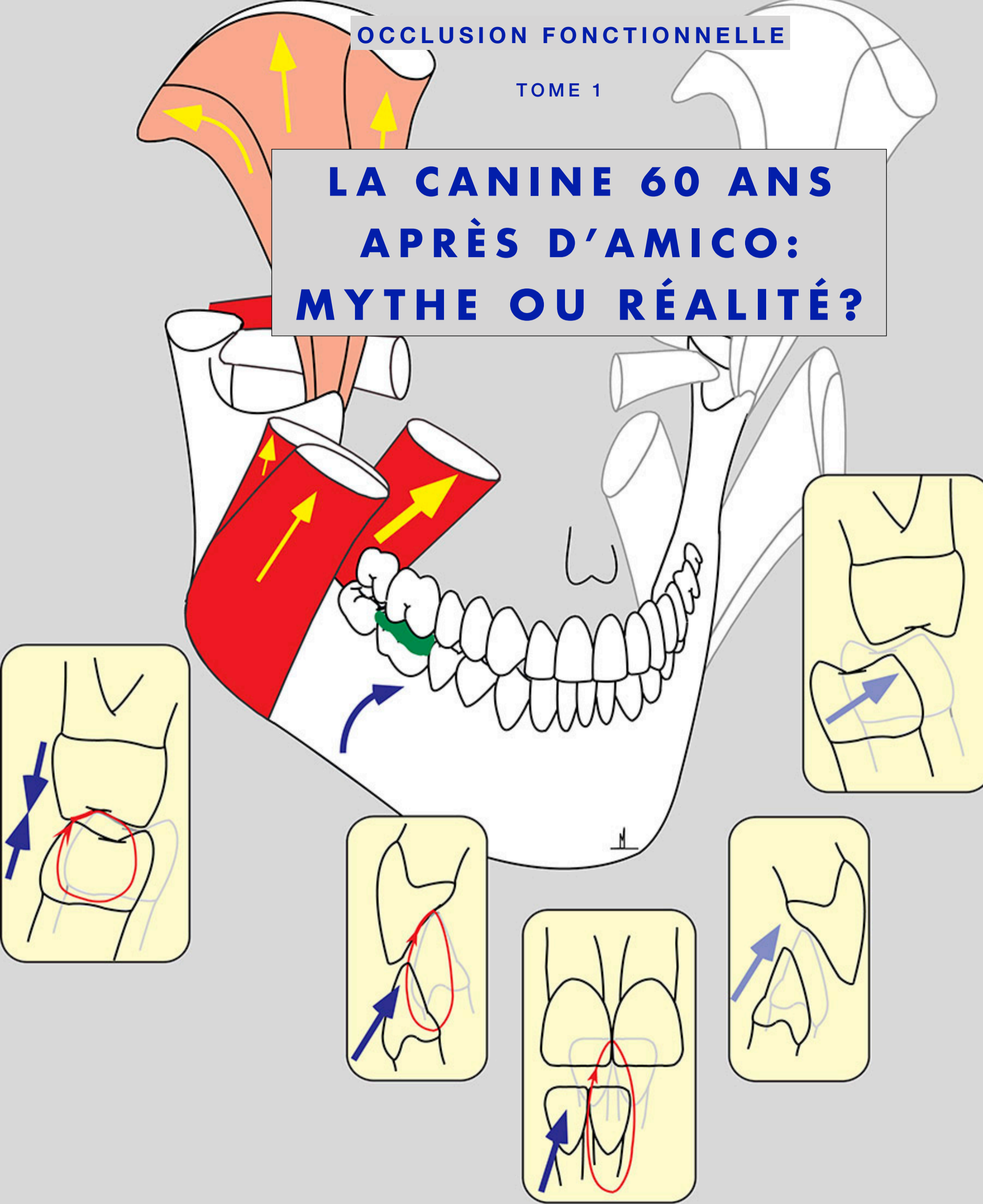


**LA CANINE 60 ANS
APRÈS D'AMICO:
MYTHE OU RÉALITÉ?**



**LA CANINE 60 ANS
APRÈS D'AMICO:
MYTHE OU RÉALITÉ?**

Marcel G. Le Gall - Roger Joerger

Faculté de Chirurgie Dentaire - Université de Strasbourg France

Cet ouvrage numérique est téléchargeable à partir du site UNISTRA:

www.univoak.eu ou d'un navigateur internet.

Première publication en ligne de l'édition Française: le 1^{er} Novembre 2018.

Publication en ligne de la présente mise à jour: le 4 Octobre 2019.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	2
INTRODUCTION	5
THÉORIES OCCLUSALES (1880-1950)	7
A- Prémices de l'étude de la déglutition	7
B- Prémices de l'étude de la mastication	8
C- Occlusion balancée et théorie des sphères	11
D- Relation Centrée et axe charnière	11
MODÈLE DE D'AMICO	13
A- D'Amico propose la fonction canine et un modèle carnivore-frugivore.....	13
B- Critique du modèle de d'Amico	16
MORPHOLOGIE ET FONCTION DES MAMMIFÈRES	44
A- Les carnivores	46
B- Les herbivores.....	47
C- Les rongeurs	51
D- Les omnivores et leur évolution	54
E- Analyse générale des modèles de fonctionnement.....	61
L'HOMME ACTUEL: CARACTÉRISTIQUES	63
A- Relation Mandibulo-Maxillaire RMM	63
B- Morphologie et cinétique des dents et des ATM.....	70
C- Cycles masticatoires de l'homme.....	85
D- Muscles et cycleS de mastication	89
E. D'Amico et la mastication	94
F. Évolution générale du modèle.....	99
G. Protection canine: DAM et implants.....	105
SYNTHÈSE	114
CONCLUSION	117
ABRÉVIATIONS-CLASSIFICATION	122
BIBLIOGRAPHIE	136

AVANT-PROPOS

La publication en ligne de cet ouvrage résulte d'une réflexion sur l'évolution progressive de nos connaissances et plus particulièrement celles concernant l'appareil manducateur humain. Ces évolutions sont pratiquement toujours le corollaire de sauts technologiques et de la réflexion humaine, parfois aidés par le hasard.

Au XIX^{ème} siècle l'invention de l'anesthésie générale (attribuée à Wells 1846) et l'introduction de l'hygiène et de l'aseptie pendant l'ère Pastorienne, ont permis une diminution considérable du taux de mortalité d'origine dentaire. L'introduction des premières dents commerciales en porcelaine et la vulcanisation du caoutchouc ont permis la réalisation de prothèses adjointes totales, réellement fonctionnelles, à partir d'empreintes et de modèles en plâtre montés sur les premiers articulateurs dit anatomiques (Bonwill 1885). C'est l'application à ces PAT du premier concept d'occlusion globalement équilibrée, qui a permis de les rendre fonctionnelles.

L'invention de la radiographie par Röntgen en 1895 et son introduction médicale et dentaire, au début du XX^{ème} siècle ont permis, un peu plus tard, l'introduction du concept de Relation Centrée sur les premières tomographies des ATM. La RC obtenue par manipulation est le concept fondateur de l'école Gnathologique (Mc Collum 1939). Cette position de référence était initialement associée à un réglage dynamique en occlusion balancée. Le principe de Protection Canine a été introduit par d'Amico en 1958 et adopté par l'école Gnathologique sur les dents naturelles, en remplacement de l'occlusion balancée. Ces concepts ont été adoptés par la majorité de la profession dentaire pour leur simplicité apparente. Ils sont encore beaucoup utilisés et enseignés. Mais très peu de praticiens ont lu les travaux qui ont conduit à leur adoption. L'époque était mécaniste et les articulateurs considérés comme des reproducteurs fidèles des mouvements volontaires et fonctionnels de la mandibule. Les matériels d'enregistrement de la mastication étaient inexistantes et la connaissance de sa physiologie, très incomplète.

L'introduction de dispositifs d'enregistrement des mouvements mandibulaires volontaires et fonctionnels a permis une avancée considérable des connaissances de la physiologie de l'occlusion. Le premier de ces matériels a été le Replicator[®], de Lundeen and Gibbs, en 1982, suivi de l'électrognathographie de Lewin en 1985 (Sirognatograph[®] de Siemens) et plus tard de

plusieurs autres. Ils ont suscité de nombreuses études sur la cinématique fonctionnelle, le recrutement musculaire lors de la mastication, le rôle de la proprioception dans la régulation musculaire et la cinétique des cycles, lors de la préparation des aliments.

Par ailleurs, l'introduction de l'implantologie, puis plus récemment des empreintes optiques, des articulateurs virtuels et, plus généralement, de la Conception et de la Fabrication Assistées par Ordinateur (CFAO), ont déjà et continuent de changer durablement tous les protocoles prothétiques.

Il paraît opportun de faire le point, sur les fondements de nos procédures occlusales habituelles et de leur évolution nécessaire.

Résumé

L'analyse des articles fondateurs du concept de protection canine, par Angelo d'Amico en 1958 et 1961, indique que de nouveaux travaux importants ont été publiés depuis cette époque. Ils concernent la physiologie de la mastication et de la déglutition, le rôle de la proprioception, la sélection sexuelle par la taille des canines et les possibilités ainsi que les limites de reproduction de la fonction par les articulateurs classiques. Ces avancées des connaissances, encore mal connues ou ignorées, entre 1958 et 1961, ne permettraient pas aujourd'hui la publication d'une grande partie des travaux de d'Amico sur l'occlusion en protection canine. Bien que le principe de protection canine soit encore très utilisé en clinique, ces nouvelles données incitent tout de même à s'interroger sur la nécessité d'une approche actualisée des fonctions orales, qui soit plus physiologique. Ce qui permettrait de lever le discrédit qui s'est installé sur l'occlusion, suite aux déconvenues consécutives à l'application de concepts mécanistes complexes et très éloignés de la mastication et la déglutition, qui sont les fonctions naturelles de l'appareil manducateur.

Mots clés: Occlusion, Dent, Canine, Protection, D'Amico, Mastication, Fonction, Guidage, Cycle de Mastication, Déglutition, Langue, Muscle, Articulation, ATM, DAM.

Summary

The analysis of the founding articles of the concept of canine protection, by Angelo d'Amico in 1958 and 1961, indicates that important new works have been published since that time. They concern the physiology of chewing and swallowing, the proprioception, the role of sexual selection in the size of the canines and the possibilities and limits of the reproduction of function on classical articulators. These advances in knowledge, still poorly known or ignored, between 1958 and 1961, would not allow today the publication of much of d'Amico's work on Canine Protected Occlusion. Although this principle is still widely used clinically, these new data still encourage us to question the need for a new approach to oral functions, which would be more physiological. This would remove the discredit that exists on the occlusion, following the disappointments resulting from the application of complex mechanistic concepts, and far removed from chewing and swallowing, which are the natural functions of the masticatory apparatus.

INTRODUCTION

Chapitre 1

De 1958 à 1961, Angelo d'Amico a publié une série d'articles proposant, pour l'homme, un modèle d'occlusion dynamique basé sur le concept d'occlusion en protection canine (OPC). C'est d'abord pour contrer le modèle d'occlusion balancée appliqué aux dents naturelles par Gysi (1910, 1915, 1921), que les observations de Jones (1947 p 256) reprises par d'Amico, ont abouti à l'introduction de la protection canine et ont montré que: *“la théorie acceptée, de l'occlusion balancée, est fausse et contraire aux facteurs physiques, biologiques et physiologiques impliqués dans le processus de mastication”*. (D'Amico 1958 N° 1 p8). A partir de cette théorie de l'occlusion balancée, des concepts prothétiques ont été développés: *“l'équilibre des contacts côté travaillant et côté balançant. La question est donc: cette théorie s'applique-t-elle aux dents de l'homme, ou est-elle plus applicable aux dents des herbivores?”* (D'Amico 1958 N° 1 p8).

Jones et d'Amico ont raison sur ce point: il est clair que les dents humaines ne fonctionnent pas en occlusion globalement équilibrée, sauf lorsque le modèle de fonctionnement naturel est détruit par usure.

Le principe de protection par la canine, lors des mouvements centrifuges, proposé par Jones et d'Amico est l'antithèse de l'occlusion balancée de Gysi. Il a été accepté par la grande majorité de la profession dentaire pour sa simplicité apparente de mise en œuvre. Bien que ne rendant pas compte de la mastication, il est toujours très utilisé pour régler l'occlusion dynamique, mais avec un risque très élevé de laisser des malocclusions sur les faces occlusales des dents postérieures et de provoquer des parafunctions d'élimination du verrouillage canin.

Soixante ans après les publications de d'Amico, en prenant en compte l'évolution des connaissances sur le fonctionnement de l'appareil manducateur (Lundeen et Gibbs 1982, Mongini 1986, Pröschel 1987, Lauret et Le Gall 1994, 1996, Le Gall et Lauret 1994, 2002,

2008, 2011etc), il paraît intéressant de faire le point, sur le niveau de validité actuelle des concepts de Jones et d'Amico, qui sont aujourd'hui contestés (Rinchuse et al 2007), et des modifications éventuelles qu'il faudrait leur apporter, pour les conserver. Et si ce n'était pas possible, par quels nouveaux concepts il faudrait les remplacer. Sachant que tout nouveau modèle, comparé au précédent, devra obéir à un cahier des charges précis dont les principales exigences seront de contrôler et d'équilibrer la mastication et la déglutition, afin d'améliorer l'efficacité fonctionnelle et la pérennité prothétique, avec une diminution importante des dysfonctionnements dento-articulaires et une meilleure stimulation de l'os péri-implantaire (Le Gall et Le Gall 2016), tout en améliorant le confort du patient.

THÉORIES OCCLUSALES (1880-1950)

Chapitre 2

Dans les années 1950 les théories, sur les relations fonctionnelles des dents naturelles humaines, étaient encore inspirées de concepts inventés à la fin du XIX^{ème} et dans la première moitié du XX^{ème} siècle. De ce point de vue, les articles de d'Amico ont marqué la profession dentaire pour longtemps, en introduisant le concept de protection canine qui était l'antithèse des concepts d'occlusion balancée généralement enseignés jusqu'alors.

A- PRÉMICES DE L'ÉTUDE DE LA DÉGLUTITION

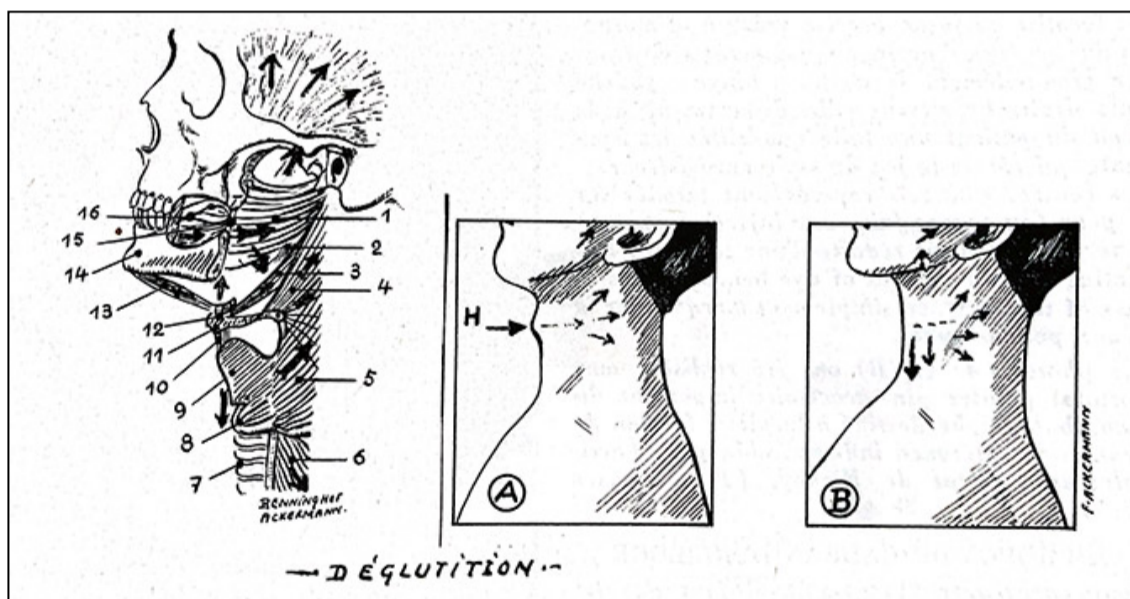


Figure 2-1 Le rôle des muscles pendant la déglutition selon un schéma d'Ackermann (1964). Les muscles constricteurs du pharynx figurent tous sur ce dessin, bien que leurs interactions complexes soient automatisées pendant la déglutition. La langue qui joue un rôle majeur dans le déplacement et la position du bolus pendant la mastication et lors de la déglutition n'y figure pas. Pourtant les déplacements de la mandibule sont asservis à ceux de la langue pendant la déglutition. Car en se

plaçant en appui contre la partie médiane antérieure du palais, la pointe de la langue est déterminante de la posture optimale de la mandibule pendant la déglutition. La langue possède 17 muscles qui obéissent à une programmation centrale collective. Seule sa pointe peut se déplacer sous l'emprise de la volonté. La position de sa pointe, par les interactions entre ses muscles intrinsèques et les insertions basses de ses muscles extrinsèques (les génio-glosses directement, les hyo-glosses et les stylo-glosses indirectement), est un déterminant majeur de la position de la mandibule pendant la déglutition, qui n'est pas située en relation centrée, comme l'écrit Ackermann.

Les occlusodontistes de l'époque, comme Ackermann (Figure 2-1), considéraient que *“La déglutition ramène la mandibule en occlusion centrée”*. Il propose un schéma montrant les vecteurs d'action de tous les muscles rétracteurs de la mandibule pendant la déglutition (Ackermann 1964 p1102: fig.52). Malheureusement la langue ne figure pas sur ce dessin, alors que sa posture détermine celle de la mandibule pendant la déglutition (Romette 1976; Le Gall et Coll 2010; Le Gall 2013). (Fig 2-2).

Parallèlement et un peu plus tard, certaines études (Ingervall,1964) et les données anatomiques (Sicher et Dubrul 1975) ont commencé à mettre en évidence que l'OIM n'est pas confondue avec la RC, mais située en avant (Posselt 1968). Ce qui sera confirmé plus tard par plusieurs autres travaux d'enregistrements axiographiques (Joerger 2005, 2012)

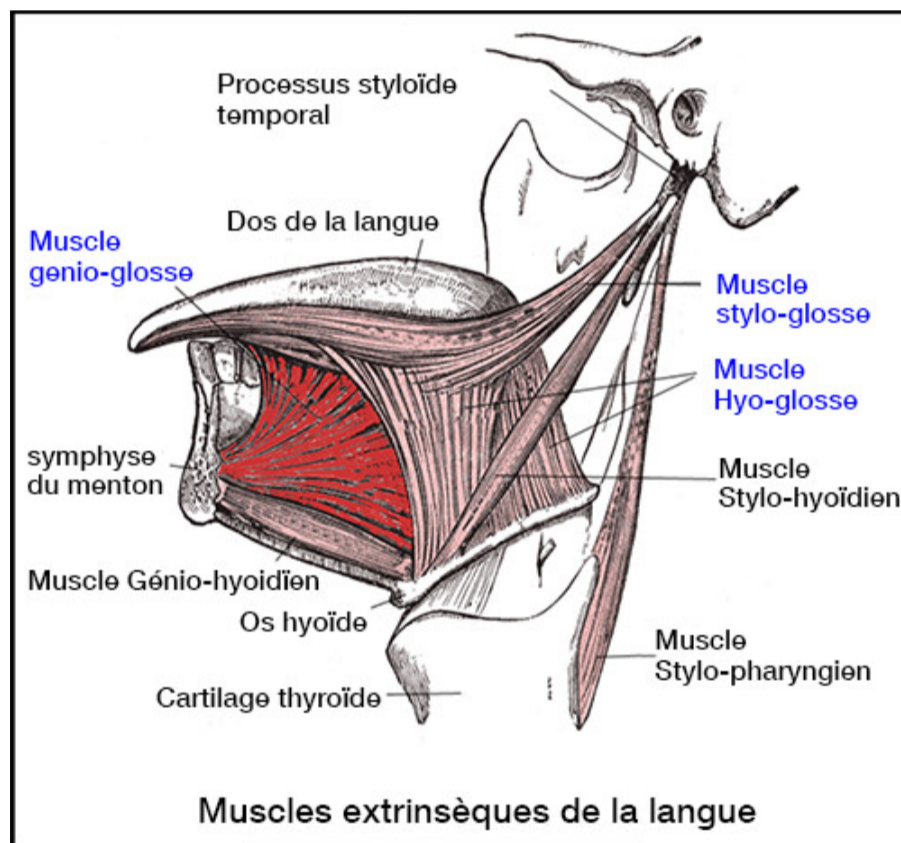


Figure 2-2 Muscles extrinsèques de la langue (source Wikipédia). Les insertions mandibulaires antérieures des génio-glosses, reliées à la base de la langue, donnent aux déplacements et à la posture de la pointe de la langue un rôle positionneur de la mandibule. Si la pointe de la langue est placée en appui antérieur et médian contre le palais, la mandibule se situe en légère anté-position, comme lors de la déglutition, car les génio-glosses sont décontractés. Si la pointe de la langue est reculée d'environ 1cm, la mandibule recule légèrement et si elle est retournée vers le voile du palais, la mandibule est tractée vers l'arrière (par les génio-glosses et les autres muscles rétracteurs recrutés).

Elle se trouve alors dans une des positions de RC. Le niveau de contraction du génio-glosse a une incidence directe sur la position de la mandibule.

B- PRÉMICES DE L'ÉTUDE DE LA MASTICATION

Plusieurs théories de la mastication ont été proposées. La première résulte d'un réflexe réciproque (Sherrington 1917; Rioch 1934). Elle a été abandonnée au profit d'une commande centrale. Le premier film connu sur la mastication a été réalisé par Jones (1947). A ce jour, il n'a pas été possible de le retrouver. Les premières descriptions de la mastication, par Jones, se font autour de l'OIM. Elle font état d'une fermeture de cycle légèrement oblique et d'une

ouverture verticale. Il y a une confusion dans l'usage du mot fonctionnel qui est utilisé à tort pour les mouvements volontaires centrifuges par opposition aux mouvements fonctionnels comme la mastication d'orientation centripète. Peu après les publications de d'Amico (1958-1961), Ackermann écrit (1964, page 1072): "Les cycles incisifs et masticateurs font appel à leur phase de retour, à des mouvements fonctionnels concentriques. Ce sont des

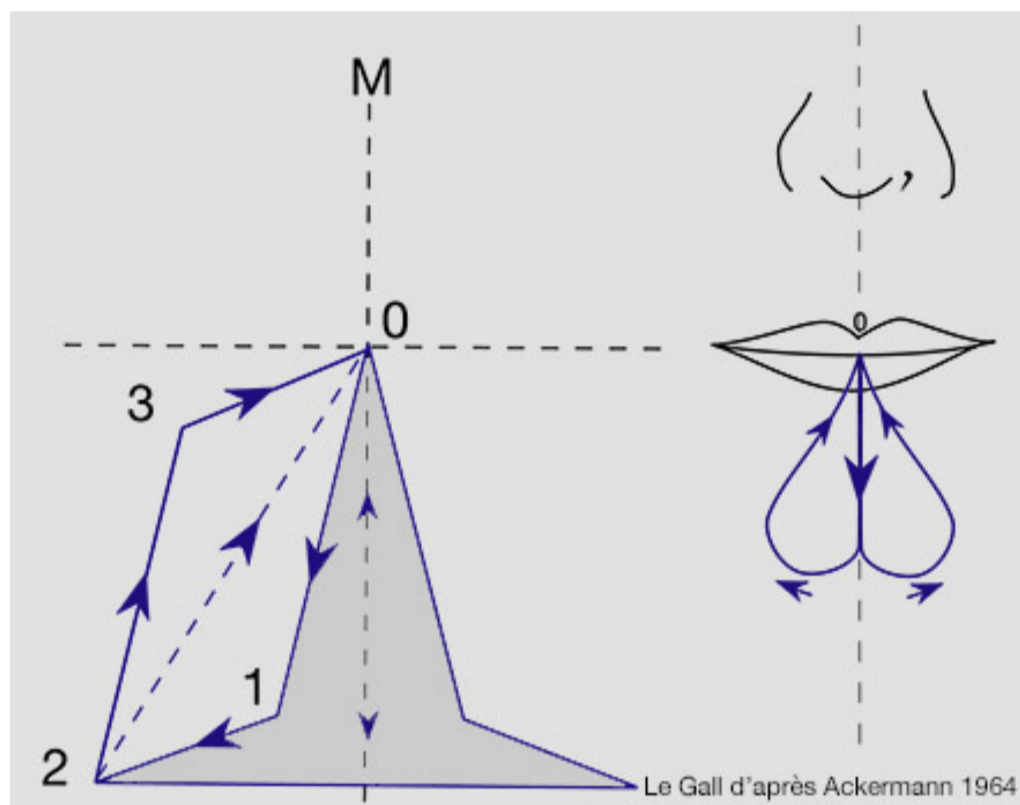


Fig 2-3 La mastication selon Ackermann 1964. Les cycles de mastication sont très variables. L'ouverture de 0 à 1 est d'abord verticale ou légèrement excentrique, suivie d'une légère diduction de 1 à 2 puis d'une fermeture centripète de 2 à 3 et d'un retour à l'occlusion "centrée" en rapport "travaillant" de 3 à 0. Selon la résistance de l'aliment les trajets peuvent se réduire à 3 phases essentielles et même à 2 (cisaillement vertical). L'entrée dentaire de cycle de 3 à 0 est centripète de sens inverse de la

latéroclusion, avec contraction des muscles élévateurs et glissement sur les versants internes des cuspides vestibulaires maxillaire. L'équilibration occlusale gnathologique (d'Amico, Thomas) vise à décharger ou à supprimer les frottements de 3 à 0. La sortie dentaire de cycle de 0 à 1 est inexistante sur le schéma.

mouvements totalement différents des mouvements de latéralité à vide d'ordre horizontal...la mastication est surtout d'ordre vertical ".

Il décrit des cycles de formes variées (Figure 2-3), dont l'ouverture est verticale ou oblique avec une fermeture d'orientation oblique à verticale (Ackermann 1964 p. 1103). Il décrit même un modèle de fonctionnement équilibrant les forces appliquées par un effet de pilon mortier vertical (Figure 2-4), sans prendre en compte la cinétique transversale des cycles de mastication (Figure 2-5) et l'architecture radiculaire sous-jacente (Ackermann 1964 p. 1123 Figure 71). Il décrit les coronoplasties proposées par P.K.Thomas pour supprimer les frottements exagérés lors des fermetures obliques et pour rétablir le guidage dominant de la canine en latéralité.

La suppression abusive des guidages naturels de mastication, par des meulages occlusaux, réalisés en latéralité excentrique, réduit la mastication à un simple cisaillement

par défaut ou insuffisance d'entrées sensorielles postérieures et à une canine en surguidage.

Il paraît utile de préciser qu'à cette époque, les dispositifs d'enregistrement de la mastication n'existaient pas, seule l'observation directe était possible. Elle reste toujours l'instrument immuable et l'éternel moteur de la connaissance scientifique, même si elle est assistée aujourd'hui par des instruments d'enregistrement précis.

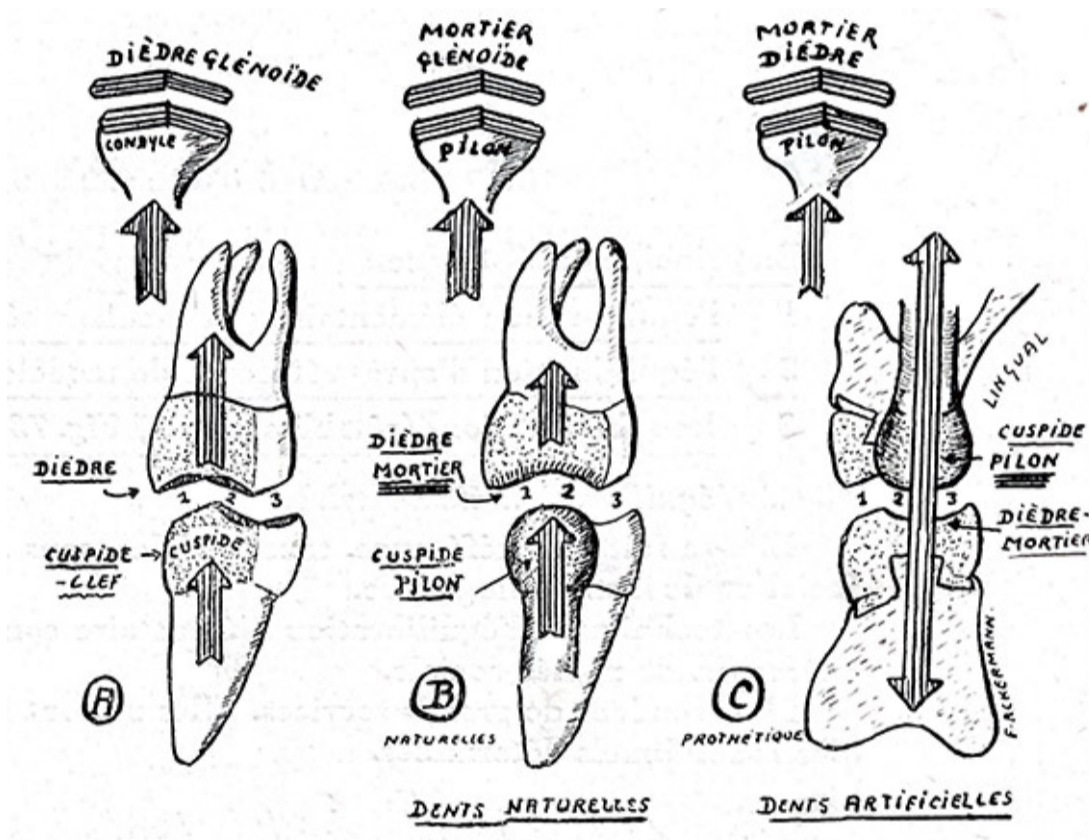


Fig 2-4 La distribution axiale des forces naturelles et prothétiques selon un schéma d'Ackermann (1964). La distribution des forces est assimilée à une relation verticale pilon-mortier.

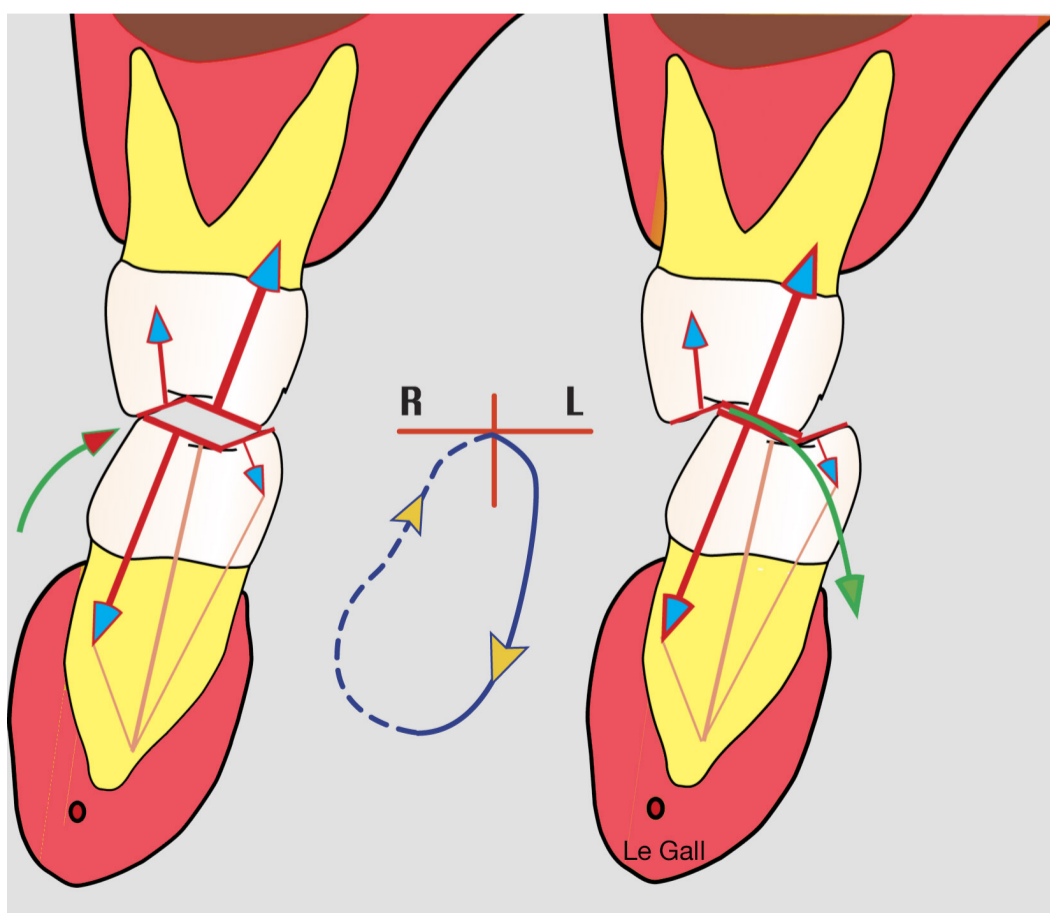


Fig 2-5 La distribution verticale des forces, selon Ackermann, ne correspond pas à la forme de cycle optimale décrite aujourd'hui avec une dynamique transversale entrée-sortie dentaire de cycle. Dans ces conditions, les forces transversales centripètes sont effectivement dissipées par l'architecture radiculaires des couples M1 en contact avec une surface portante osseuse adaptée, voir la figure 12 (Le Gall et col 1994).

C- OCCLUSION BALANCÉE ET THÉORIE DES SPHÈRES

Depuis la fin du XIX^{ème} siècle et le début du XX^{ème} siècle, le principe d'occlusion dynamique retenu en Prothèse Adjointe Totale (PAT) a été celui de l'occlusion globalement équilibrée, mal traduite en Français par " occlusion balancée" (Spee 1890, Christensen 1905, Gysi 1910). Dans ce contexte, les dents des deux secteurs latéraux devaient glisser en même temps les unes sur les autres lors des mouvements transversaux, alors que pendant les mouvements sagittaux, c'étaient les dents antérieures et postérieures qui devaient s'équilibrer. Lors de la fermeture et des mouvements dynamiques, les éventuelles erreurs occlusales étaient compensées par le léger déplacement des bases prothétiques posées sur des muqueuses souples, ce qui permettait de maintenir les contacts interdentaires des dents prothétiques. Ce même principe est encore utilisé aujourd'hui en PAT.

L'application aux dents naturelles fixes de ce concept d'occlusion globalement équilibrée lors des mouvements centrifuges, en clinique et sur articulateurs, a nécessité le recours à de nombreux meulages pour aplanir les faces occlusales. Car Les dents des deux secteurs latéraux et les antérieures devaient toutes glisser simultanément les unes sur les autres lors des mouvements transversaux et antéro-postérieurs. La mise en oeuvre clinique était difficile, les mutilations très importantes et les résultats décevants et irréversibles.

1- Pour tenter d'améliorer l'équilibration des patients dentés, Monson a proposé en 1932 un concept géométrique de fonctionnement de l'occlusion: la théorie sphéroïde, selon laquelle les faces occlusales étaient organisées autour d'une sphère de 8 pouces de diamètre, traduite en clinique par des principes proches de l'occlusion balancée, lors des mouvements de latéralité et de proclusion, et finalement avec des mutilations dentaires similaires (D'Amico 1958 N°1 p. 8-9). Cette théorie encore défendue dans les années 1950 a été abandonnée depuis.

2- Plusieurs autres concepts d'occlusion balancée, adaptés de la sphère, ont été proposés d'abord par Villain, puis par Pankey-Mann et Schuyler (cités par Ackermann 1964 p1137) sans apporter d'amélioration significative car ils sont trop éloignés du modèle naturel, qu'au contraire ils ont contribué à détruire.

D- RELATION CENTRÉE ET AXE CHARNIÈRE

L'utilisation d'une Relation Centrée des condyles mandibulaires dans les fosses maxillaires (RC), obtenue par manipulation, avait déjà été introduite dans les années 1930 par Mc Collum

et Stallard (Mc Collum 1939), d'abord pour situer la Relation Mandibulo-Maxillaire (RMM) des sujets édentés, puis celle des sujets dentés. C'est le concept fondateur de l'école gnathologique qui marque le début d'une époque mécaniste avec la recherche d'un axe charnière articulaire, l'enregistrement de paramètres condyliens et faciaux et leur transfert précis sur des articulateurs, considérés alors comme des simulateurs parfaits de la statique et de la cinétique mandibulaire. Le summum de la conception et de la sophistication des articulateurs gnathologiques adaptables de cette époque est probablement le système d'articulateur présenté par Charles Stuart en 1965.

Les difficultés rencontrées lors des manipulations et des enregistrements, pour appliquer ce concept de RC aux sujets dentés (dont les dents sont fixes) et sa mise en concordance précise avec l'occlusion d'intercuspidation maximale (OIM) du patient, ont généré de nombreux déboires cliniques, donnant lieu à des controverses qui ont abouti à plusieurs définitions, suggérant des positions de Relation Centrée différentes, avec plus ou moins de jeu fonctionnel. Le concept de RC s'est donc progressivement ouvert à des concepts additionnels comme le "short centric", le "long centric", le "wide centric", le "freedom in centric" etc, reflets d'un malaise à la fois conceptuel et clinique. Lucia a introduit en 1964 la technique du "Jig", ou butée antérieure inclinée, portée sous pression occlusale, pour obtenir un recul mandibulaire et trouver la RC en éliminant les erreurs de manipulation dues aux opérateurs multiples. Mais les résultats n'ont pas apporté les améliorations escomptées, car c'est le concept même de relation centrée postérieure qui pose problème. D'ailleurs, plus la définition de cette relation de référence l'éloigne d'une position postérieure forcée et plus elle se rapproche de la position de déglutition, plus antérieure, mieux elle est supportée par les patients.

Les controverses sont encore loin d'être éteintes aujourd'hui (Le Gall et al. 2010, Le Gall 2013).

MODÈLE DE D'AMICO

Chapitre 3

G. V. Black et les dents humaines omnivores

Dans l'introduction de son «Anatomie dentaire» dans laquelle il a classé les dents des mammifères en trois types: herbivores, carnivores et omnivores, Black a écrit en 1890: **“que les dents de l'homme étaient omnivores, conçues pour pouvoir mastiquer tous les types de nourritures”**(cité par d'Amico N°1, 1958 P8).

Cette affirmation marque un désaccord majeur avec d'Amico qui défend une autre théorie.

Car contrairement à ce qu'a écrit Black, d'Amico considère que **“Les formes anatomiques de base ou fondamentales des dents ont été développées pour un régime insectivore, frugivore et carnivore, et elles sont tout à fait différentes de celles des herbivores”** (N°1, 1958 p15). Plus loin, il se réfère à Yerkes et Ada qui, dans leur ouvrage de 1945: "Les grands singes", font des observations très intéressantes sur les habitudes alimentaires et l'alimentation des chimpanzés actuels, qu'il juge: **“tout à fait pertinentes pour l'étude de la fonction des dents des anthropoïdes, cette fonction n'étant pas différente de celle de l'homme”** (d'Amico N°1, 1958 p15-16).

Par ailleurs il rejette totalement le modèle d'occlusion balancée des PAT, lorsqu'il est appliqué aux dents naturelles de l'homme.

A- D'AMICO PROPOSE LA FONCTION CANINE ET UN MODÈLE CARNIVORE-FRUGIVORE

Plus loin d'Amico déclare que: **“L'attrition des dents, observée chez l'homme primitif...a conduit de nombreux auteurs...à croire que les mouvements mandibulaires naturels de l'homme sont semblables aux mouvements observés chez les herbivores. L'homme ne s'est pas spécialisé autant que les herbivores, et la morphologie de ses dents reste fondamentalement la même que celle de Dryopithecus”** (D'Amico N°2, 1958 p 50-51).

A plusieurs reprises, en s'appuyant sur l'opinion d'autres anthropologues comme:

- Théodore Mc Cown, de l'Université de Californie qui déclare *“que leur fonction première est de mastiquer un régime carnivore frugivore”* (D'Amico N°2 1958 P51).

- ou Hector Jones, un anthropologue de Toowamba (Queensland, Australie) qui, *“en comparant les mouvements mandibulaires de translation de l'homme et des herbivores, admet également que de tels mouvements horizontaux observés chez l'homme ne sont pas normaux pour son espèce”*...(Jones cité par D'Amico1958 N°2 P51), D'Amico déclare plus loin que l'homme *“vivant dans des conditions primitives très dures et approximatives, subit une attrition occlusale rapide, les cuspidés étant complètement aplaties tôt dans la vie adulte. En d'autres termes, l'homme a eu tendance à adopter à cet égard le mode de mastication des ruminants (herbivores), sans posséder aucune forme de mécanisme compensatoire”*. (D'Amico1958 N°2 P50-51, N°1 P8)

Il tente de prouver que l'homme n'est pas herbivore et *“qu'une occlusion “balancée” de la dentition naturelle n'existe pas et n'a jamais existé chez l'homme”*.(D'Amico1958 N°6 P199). Il a raison sur ce dernier point: l'occlusion balancée n'est pas le modèle naturel de l'homme possédant son intégrité dentaire, ni celui des herbivores (voir chapitre 4 p 43 et suivantes).

Mais il continue de déclarer:

“Toutes les preuves physiques examinées jusqu'ici décrivent clairement l'intention de la nature quant à la façon dont l'appareil masticatoire de l'homme devrait fonctionner”.(D'Amico1958 N°6 P200).

C'est une conclusion définitive pour un raisonnement critiquable. Si la nature avait une intention, elle aurait des objectifs et une finalité (religieuse ou autre). Le hasard des mutations et la sélection naturelle des caractères les mieux adaptés, sont une tentative d'adaptation permanente aux conditions changeantes du milieu (Darwin 1859). L'évolution est contingente.

Considérer que ce modèle, qui fonctionne depuis plus de 32 Ma, est une erreur de la sélection naturelle, est pour le moins présomptueux.

“La morphologie des dents de l'homme est une modification des dents vues chez les autres primates, principalement destinée à la mastication d'un régime insectivore frugivore (ou carnivore). Tous les primates présentent des dents canines proéminentes modifiées en taille selon l'espèce. La relation de supraclusion et d'engrènement (interlocking) des canines supérieures est l'occlusion naturelle de ces dents et commune à tous les primates, y compris l'homme. Leur fonction principale pendant la mastication est de guider la mandibule en relation centrée dans une direction médiale-verticale, de manière à empêcher le contact des dents

antagonistes (opposing teeth) restantes jusqu'à ce qu'elles se rencontrent en occlusion centrée" (d'Amico N°6 1958 p 200). **Ce qui n'est pas validé par les observations et vidéos cliniques de la physiologie de la mastication** (Lundeen et Gibbs 1982; Proschel 1986, Lauret et Le Gall, Le Gall et Lauret 1994 à 2016).

"Les canines ont toujours été constantes en nombre, en position et en alignement dans les arcades dentaires. Également en morphologie générale." (D'Amico 1958 N°6 p 240). En fait, c'est la petite taille des canines qui permet leur intégration à l'arcade et leur participation à la mastication, comme chez l'homme, ou qui les repousse en dehors, pour permettre la mastication sur les dents postérieures, lorsqu'elles sont trop grandes.

"Les canines servent à guider la mandibule pendant les mouvements excentriques lorsque les dents opposées (antagonistes) entrent en contact fonctionnel". (D'Amico 1958 N°6 p 240) **Ces deux affirmations sont contradictoires, car les mouvements volontaires excentriques guidés par la canine sont de sens inverse de la fonction réelle de mastication** (Gibbs et al 1981, Pröschel 1987) **avec des actions musculaires opposées.**

Les canines supérieures, lorsqu'elles sont en contact fonctionnel avec les canines inférieures et les premières prémolaires, déterminent les mouvements latéraux et propulsifs de la mandibule". (D'Amico 1958 N°6 p 240) Les mouvements excentriques latéraux et propulsifs sont des mouvements volontaires provoqués par le recrutement asymétrique ou symétrique de muscles abaisseurs et propulseurs. Ils sont généralement guidés par la canine en latéroclusion (Figure 59, 60) et par les incisives accompagnés ou non par les canines en proclusion (Figure 51). Ils **sont de sens inverse de la fonction réelle** centripète, qui obéit à un programme central, et résultent de l'action des muscles élévateurs.

Le modèle en protection canine décrit par d'Amico pour l'homme est très proche de celui des carnivores, mais ce n'est pas le modèle naturel de l'homme. A titre d'exemple, si l'on essaye de donner un chewing-gum à un carnivore, comme le chien, il est incapable de le mastiquer et finit par l'avaler à peine dilacéré, car il manque aux dents carnassières verticales du chien les tables d'écrasement des cuspides palatines maxillaires opposées à celles des molaires inférieurs, qui sont présentes chez l'homme. Ces cuspides sont indispensables et adaptées à l'écrasement/broyage des fruits et des nourritures végétales fibreuses.

Elles complètent l'action de double cisaillement des cuspides vestibulaires maxillaires et des cuspides linguales mandibulaires, même pour la viande, chez l'homme!

Si ces dernières ne peuvent pas entrer précocement en contact, bien avant l'arrivée en OIM, elle font perdre une très grande partie de l'efficacité fonctionnelle aux cycles de mastication,

qui sont réduits à un cisaillement vertical, par défaut d'informations proprioceptives transmises par les guidages directs ou indirects des dents postérieures (Johnsen et Trulsson 2003a p1486).

Rappelons que les mouvements mandibulaires de la mastication sont conditionnés par deux facteurs (Yaeger,1978; Guichet,1977):

- **le guidage dentaire**: indirect à travers le bolus, puis direct dans les derniers cycles.
- **et la commande centrale**, qui met en harmonie le complexe musculaire et articulaire avec le guidage dentaire.

B- CRITIQUE DU MODÈLE DE D'AMICO

Dans ses premiers articles de 1968, Angelo d'Amico a très largement défendu l'engrènement et le guidage dominant des canines pendant la proclulsion, l'incision, la latéroclulsion et la mastication (*voir ci-dessus les citations des pages 14 et 15*). Cependant "engrènement des canines" est la traduction de "interlocking canines" et est associé à un engrènement et un blocage de l'occlusion au niveau des canines. C'est aphysiologique (Ackermann 1964 p 1067).

D'Amico revient déjà sur cette donnée page 201, dans le même article N°6 de juin 1958: "*La canine supérieure doit avoir un overjet d'environ un mm. pour permettre un léger mouvement excentrique latéral même si les dents sont en occlusion centrée complète*". Et dans l'article de 1961: "*Le terme d'engrènement, lorsqu'il est utilisé pour décrire le recouvrement vertical et horizontal des canines supérieures, sera mal interprété par de nombreux dentistes. Ils croient que verrouillage signifie contact total en occlusion centrée avec les dents opposées... Tel n'est pas le cas. La canine supérieure devrait avoir un débordement horizontal d'environ 1mm. pour permettre un léger mouvement excentrique latéral et protrusif lorsque les dents sont en occlusion centrée...le blocage entraîne la résorption de l'os cortical vestibulaire sur les canines supérieures et inférieures et la récession de la gencive autour de ces dents... Une occlusion serrée des incisives et des canines...induit souvent un bruxisme*" (d'Amico JPD 1961 p.914).

Un mm d'amplitude est un jeu fonctionnel important en occlusodontie. C'est l'antithèse de ce qu'il a défendu à la page précédente (d'Amico N°6 1958:p 200), car dans ces conditions avec un jeux horizontal important en latéroclulsion et proclulsion l'OIM est instable. C'est une contradiction fondamentale avec ce qui est dit à la page 200 du n ° 6 et dans les articles précédents de 1958. C'est un constat d'échec du concept de Canine engrenée qui est le fondement de la protection canine. Si d'Amico ne reconnaît pas clairement s'être trompé,

ses propositions sont contradictoires, car un tel jeu en latéralité, oblige à mutiler considérablement les surfaces fonctionnelles d'entrée de cycle des PM et M, pour retrouver la prééminence du guidage de la canine lors de la latéroclusion. Cependant, ces propositions sont toujours défendues par des praticiens qui ne connaissent pas la mastication.

En fait, il ne faut pas commencer par régler la canine, mais d'abord le couple M1, par addition en OIM et mastication réelle, puis intégrer respectivement à ce schéma, les couples P2, P1 et canines, dans leur ordre d'émergence. Lorsque ce réglage aura été effectué en bouche, la canine assurera naturellement le guidage de la latéroclusion (muscle PLI, abaisseur et diducteur).

Un mm de jeu latéral est une valeur arbitraire qui n'existe pas entre les versants d'entrée de cycle postérieurs et leurs appuis opposés, y compris sur les canines. En fait, un jeu fonctionnel (MTI) existe juste après le passage des cycles par l'OIM, en début de sortie de cycle. **Il permet aux cycles masticatoires de se réaliser sans blocage, lors du passage de OIM.** Il est facile à observer, en visionnant une vidéo de mastication image par image, au début de la sortie de cycle (Figure 5B3-5). Ce jeu fonctionnel est personnalisé, propre à chaque patient et ne peut pas être remplacé par une valeur arbitraire. Aujourd'hui encore, c'est l'équilibration de la mastication en bouche et non sur l'articulateur, qui permet de le régler avec précision, ce qui est impossible dans le concept de d'Amico, qui raisonne en sens contraire de la fonction, avec des actions musculaires inversées.

1. Guidage articulaire ou guidage dentaire?

“Beaucoup d'auteurs sur les mouvements mandibulaires ont pris la relation temporo-mandibulaire et le trajet condylien comme un mouvement fixe qui peut être enregistré et reproduit sur un articulateur”.(D'Amico N°1 1958 p9).

“Le mouvement temporo-mandibulaire est un glissement-charnière, principalement glissant. Les preuves confirment le concept que l'articulation temporo-mandibulaire a un centre de rotation constant pendant l'ouverture verticale et la fermeture de la mandibule”.(D'Amico N°7 1958 p 240).

“De même, en ce qui concerne le mouvement charnière, la résolution de la fermeture en bout à bout soutient la théorie selon laquelle il y a un centre de rotation fixe ou «axe charnière» dans la fermeture verticale de la mandibule.” (D'Amico N°6 1958 p 200).

Il s'agit de l'ouverture et de la fermeture volontaire, dans le plan sagittal et à vide. **Lors de la phase dentaire des cycles de mastication, le rapprochement progressif des molaires, jusqu'au contact à travers le bolus, et leurs déplacements obliques et transversaux, contredisent cette définition d'un axe charnière fixe et stable, facile à reproduire sur les articulateurs.**

La cinétique articulaire est asservie au guidage dentaire, ce n'est pas une simple charnière mécanique. Les surfaces articulaires sont incapables de supporter des contraintes, la régulation de leurs rapports est assurée par le recrutement de muscles insérés sur la capsule, sous le contrôle des informations sensibles périphériques qui empêchent toute pression de s'appliquer sur elles, en fonction de la texture du bolus. Il y a donc des adaptations permanentes du recrutement musculaire et des positions relatives du disque et des surfaces articulaires, au sein de cette enveloppe limite de guidage dento-articulaire, qui doit être coordonnée pour bien fonctionner, mais que les articulateurs mécaniques ne savent pas reproduire.

“La position des condyles dans la fosse glénoïde est le résultat du contact dentaire et non le guide. (D'Amico 1958 N°6 p 240). Chez l'enfant, c'est l'enveloppe de guidage dentaire qui permet de finaliser la forme de l'ATM. Mais chez l'adulte si les conditions occlusales sont dégradées, l'objectif prioritaire est de rétablir la coordination des contacts et guidages dentaires avec l'enveloppe limite de la cinétique articulaire. Si ce n'est pas fait, le complexe dents-articulation se mettra en protection et ne pourra pas décrire son enveloppe limite et sa cinétique optimale.

2. Cinématique et compatibilité du guidage canin avec les cycles de mastication

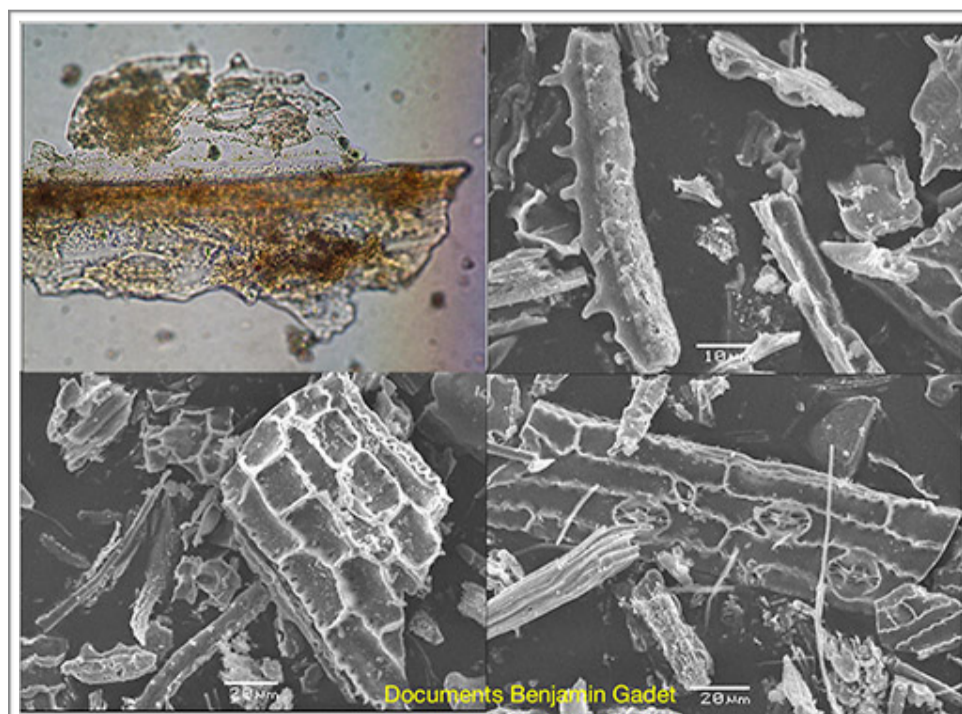


Figure 3-6 Abrasifs internes: les phytolithes. les nourritures herbacées sont fibreuses et abrasives car elles contiennent des phytolithes (silice végétale) ou “pierre des plantes”.

- *Soit de la silice (sous forme d'opale SiO_2 ou d'opale A ($SiO_2 nH_2O$)).*
- *Soit des cristaux d'oxalate de calcium (CaC_2O_4). L'abrasivité des phytolithes associé à l'absence de cuisson est en partie responsable de l'usure rapide des faces occlusales.*



Figure 3-7 Abrasifs externes: exemple de meule en pierre d'époque romaine (Carrière marine du Cap d'Ail (France), susceptible, par sa composition hétérogène, de relarguer des particules de silice très abrasives. Les aliments mal nettoyés conservent à leur surface des résidus abrasifs provenant du sol, ou peuvent contenir de la silice abrasive provenant des meules de pierres, de qualité médiocre, qui servaient à réduire les céréales en farine, avant l'introduction du broyage industriel à l'aide de dispositifs métalliques. Les abrasifs externes et internes sont les deux grands responsables de l'attrition, à laquelle il faut ajouter la biocorrosion.

Chez l'homme et certains simiens, la canine guide la latéralité excentrique, alors que ce sont les molaires qui guident la mastication centripète (avec tout le complexe dents-afférences-efférences-muscles-articulations, qui est inactivé en cas de déficience d'un seul de ses déterminants). Chez l'homme et les anthropoïdes les versants d'écrasement de sortie de cycles de mastication sont beaucoup utilisés, car ils ont une très bonne efficacité fonctionnelle. Pour autant que leur anatomie occlusale ait conservé son intégrité et ses caractéristiques fonctionnelles optimales.

Mais en présence d'un régime alimentaire incluant des abrasifs d'origine interne et/ou externe, (Figure 3-6, 3-7), leur usure est rapide et la perte de leur efficacité suit.

D'Amico en a conclu que *“La morphologie des dents de l'homme est une modification des dents vues chez les autres primates, principalement destinée à la mastication d'un régime insectivore frugivore (ou carnivore).”* (D'Amico N°6 1958 p200). Cette affirmation est fondée sur le constat d'une usure occlusale rapide et non sur des critères d'efficacité fonctionnelle en relation avec la morphologie naturelle initiale des dents.

3. Anatomie occlusale et canines

L'anatomie occlusale des dents postérieures des sujets jeunes n'est pratiquement pas décrite, hormis les descriptions statiques de la configuration Y5 par Gregory et Hellman (1939). Leurs observations ne seront pas prises en compte ensuite, tout comme le rôle de guidage des molaires et de leurs rapports d'occlusion qui n'est pas du tout abordé.

Outre qu'il soit erroné d'un point de vue génomique, que l'arbre humain (N°1, p 13) montre une ligne directe conduisant à l'homme “caucasien“, la grande majorité des descriptions de Jones et D'Amico portent sur la taille plus ou moins importante de la canine et sur ses rapports d'occlusion engrenés. Avec pour objectif de trouver les chaînons manquants,

d'une évolution dégressive de la taille des canines dans la lignée humaine: *"La littérature d'anthropologie indique l'importance attachée à la découverte possible d'une forme ancestrale, dans laquelle les canines différeraient des canines humaines, et se rapprocheraient des conditions observées chez les singes anthropoïdes à canines engrenés....ce trait caractérise la dentition du type primitif ancestral de l'homme précoce...beaucoup d'anthropologues ont appris à rechercher un ancêtre humain éloigné présentant des canines relativement plus grandes qu'actuellement, avec un diastème au maxillaire"*.(d'Amico 1958 N°2 P.52, citant Jones). Les observations de d'Amico cherchent, en complément, à valider le rôle de guidage de la canine. Mais il y a une omission majeure dans ce raisonnement: c'est le dimorphisme



Figure 3-8 a,b La canine du gorille mâle est nettement plus longue que celle de la femelle. Si la taille et la position de la canine avait une incidence sur la forme des cycles masticatoires, les formes de cycles des mâles et des femelles seraient différents. Ce qui n'est pas le cas.

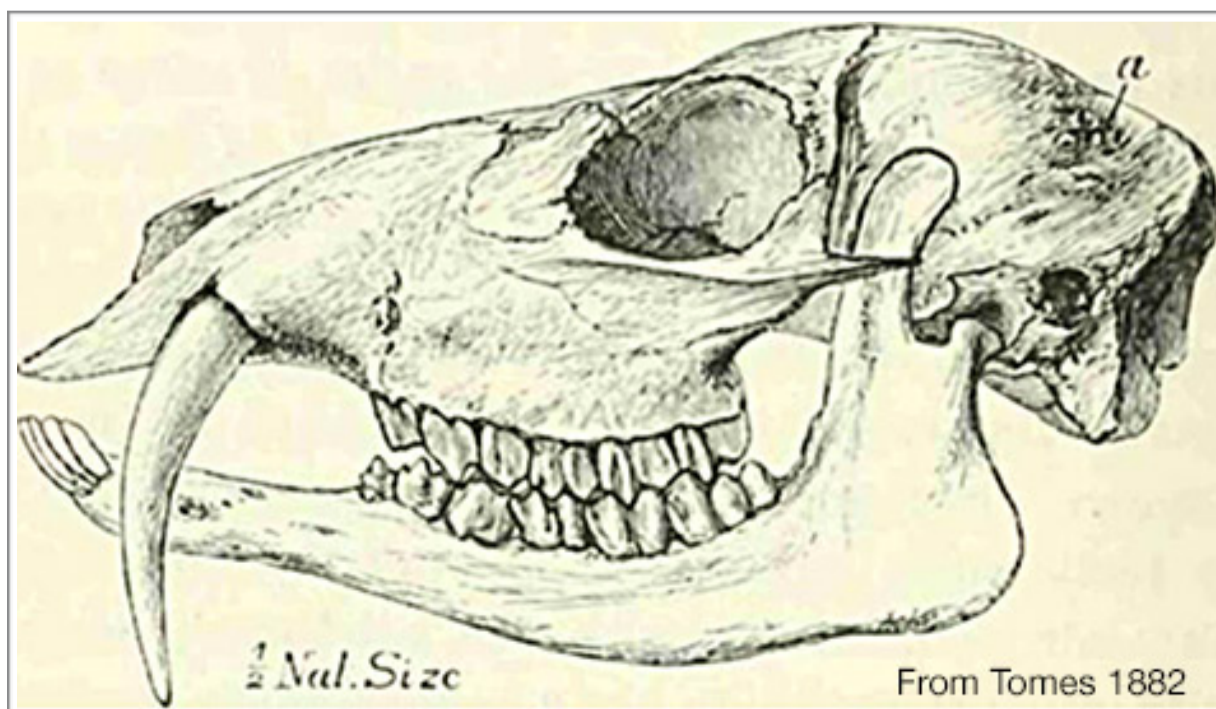


Figure 3-9 Canine maxillaire de très grande taille chez le cerf musqué mâle, dépourvu de bois. La femelle n'a pas de canines (Figure de Tomes 1882).

variable de la taille des canines entre mâles et femelles, dont la dimension est en fait corrélée à des paramètres de sélection sexuelle (Figure: 3-8a, 3-8b; 3-9: Tomes 1882).

Les critères de sélection du mâle reproducteur ne se limitent pas au dimorphisme des dents, comme l'a très largement décrit Darwin dans un ouvrage de 1871 consacré à la "La filiation de l'homme et la sélection liée au sexe". Cependant nous nous limiterons à la sélection sexuelle dentaire chez certains mammifères et anthropoïdes et la lignée des hominidés, plus complètement décrite par Tomes, qui écrivait déjà en 1882:

"Les mâles de nombreux singes frugivores ont des canines beaucoup plus grandes que celles des femelles; elles ont percé tardivement, en coïncidence avec l'atteinte de la maturité sexuelle, et servent d'armes à leurs possesseurs lors des combats avec les autres mâles". (Tomes 1882 p 273), puis:

"Il est évident que les mâles munis d'armes plus puissantes que leurs semblables auront plus de chances d'être victorieux dans leurs batailles, pour chasser les autres mâles, et monopoliser le troupeau des femelles, et favoriser ainsi, à nouveau, leur capacité à transmettre leurs propres particularités à leur progéniture".(Tomes 1882 p 274)

"il serait imprudent d'oser affirmer que nous avons reconnu tous les intervenants qui participent à la modélisation des formes animales et végétales; mais il est certain qu'à l'heure actuelle, nous connaissons:

- la «sélection naturelle» ou «la survie du plus apte», un intervenant par lequel les variations bénéfiques pour leurs possesseurs seront préservées et intensifiées dans les générations successives (Darwin 1859);

- la «sélection sexuelle», qui opère principalement en permettant aux possesseurs de certains caractères de propager leur race, tandis que d'autres moins favorisés n'en ont pas l'occasion" (Darwin 1871; Tomes 1882 p 277).

Après avoir cité de nombreux exemples pertinents chez divers mammifères, il écrit:

"Dans certains groupes, aucune dent n'a été agrandie avec une forme pointue, pour servir de canine; chez d'autres c'est la mauvaise dent, c'est-à-dire pas la même dent que chez les carnivores ou que chez les autres insectivores. Par conséquent, chez les Insectivores, l'allongement d'une dent caniniforme est une simple modification adaptative, qui peut affecter une incisive, ou une prémolaire, ou aucune dent du tout". (Tomes 1882 p 285).

(Figures 3-10, 3-11). Une explication complète à ces observations judicieuses ne sera donnée que beaucoup plus tard:



Figures 3-10, 3-11 Vue en perspective d'un babouin mâle. Le dimorphisme très important de la taille de la canine, ne s'est pas installé au détriment de la mastication. Il existe un diastème mésial très important entre la canine et l'incisive latérale maxillaire. Ce qui permet le positionnement de la canine mandibulaire. Pour libérer la fonction, la P1 mandibulaire est disto-versée. Le contact occlusal avec la canine maxillaire, est situé sur la racine dénudée de P1 mandibulaire. La manipulation permet de simuler la mastication centripète, sans aucune difficulté, en suivant les quidaes occlusaux résiduels des dents postérieures.

Dans la lignée évolutive de l'homme, entre autres, plus la compétition sexuelle est intense, plus le dimorphisme des canines entre mâles et femelles est important (Brunet M et Picq P. La grande expansion des Australopithèques p. 256; in "Aux Origines de l'humanité" Coppens Y. et Picq P. Directeurs scientifiques, Fayard ed 2001 Vol 1 ; Van Hoof P. Vivre en groupe p 220, 221; in: "Le propre de l'homme" Picq P et Coppens Y. Directeurs scientifiques, Fayard ed 2002 Vol 2). Mais les degrés de compétition sont variables. Dans les espèces où un mâle est associé à plusieurs femelles, comme les gorilles, les théropithécus géladas, les papio-hamadrias babouins, la compétition sexuelle est permanente et forte, les mâles sont puissants, ils pèsent généralement plus de deux fois le poids des femelles et possèdent de très grandes canines dissuasives. Elles ne sont pas des critères directs de séduction, mais elles servent dans les affrontements avec les autres mâles. A l'opposé, dans les espèces monogames, comme les gibbons, ou polyandres, comme les tamarins, la compétition est très faible. Les mâles et les femelles ont la même taille et leurs canines ont un volume similaire. Entre ces extrêmes, il existe des niveaux de compétition intermédiaires, dans des espèces où mâles et femelles multiples coexistent. Dans ce cas, le niveau de tolérance et le dimorphisme sont inversement proportionnels. Par exemple chez les babouins la tolérance est réduite et la compétition importante d'où un dimorphisme très marqué (Figures 3-10,3-11), alors que chez d'autres espèces, comme les chimpanzés (pan

troglydites) et les bonobos (*pan paniscus*), le niveau de tolérance est élevé avec un dimorphisme du corps et des canines bien moins important.

Ces données sont totalement ignorées dans les réflexions et explications de d'Amico sur la taille et le rôle de la canine. Toutes les descriptions tendent à en faire la clé majeure du guidage occlusal, alors qu'elle apparaît tardivement, au moment de la maturité sexuelle: 12 ans chez l'homme avant le XVIII^{ème} siècle, en même temps ou après la 3^{ème} molaire chez les simiens, alors que le schéma occlusal adulte s'est déjà installé à partir de 6 ans, sur les couples de premières molaires. Dans ces conditions, la canine s'est progressivement intégrée au schéma de mastication préexistant sans le modifier, au fur et à mesure de son éruption et de sa croissance radiculaire. Si la taille de la canine avait eu une quelconque incidence sur la forme des cycles masticatoires, la forme des cycles des mâles et des femelles seraient différentes et fonction de l'importance du dimorphisme, ce qui n'est pas le cas.

L'ouvrage de Georges Tomes: "A Manual of Dental Anatomy" (1923), fait pourtant partie de la bibliographie de Jones et plus tard de celle de d'Amico.

Jones écrit à ce sujet dans son article de 1947:

"Tournant notre attention vers les grands singes, et les autres familles de primates, nous voyons des canines engrenées de taille et de forme variées. Chez les mâles, elles sont plus grandes que chez les femelles." (Jones 1947 p 251, citant Tomes ed.1923 Page 463) (Figure 3-8, 3-9, 3-10,3-11).

Ensuite, Jones cite incomplètement des remarques de Tomes, tirées de l'édition de 1923. Nous rapportons les citations complètes du travail de Tomes, telles qu'elles ont été publiées dans la première édition de 1882:

"Mais le cas le plus frappant, de dents modifiées, pour servir d'armes lors de combats sexuels, est fourni par certains membres du groupe des ruminants, parmi lesquels, comme Frédéric Cuvier l'a fait remarquer il y a longtemps (1825, 1824-1842) ceux qui sont armés de cornes n'ont pas de canines et réciproquement, une généralisation qui, quoique soumise à de légères exceptions, reste dans l'ensemble vraie".

*"Le cerf musqué mâle (*Moschus moschiferus*) a des canines d'une longueur démesurée, alors qu'il n'a aucune corne (Figure 3-9) et que sa femelle n'a pas de canines. Le mâle muntjac (cerf aboyeur), qui a des cornes très courtes, a des canines, mais de beaucoup plus petite taille que celles du cerf musqué". (Tomes C.1882 p 273).*

Il est étonnant que Jones puis d'Amico se soient arrêtés à des extraits limités, alors que les citations de Tomes rapportées plus haut montrent clairement et sans ambiguïté, qu'il considérait la sélection sexuelle comme un déterminant clé de la taille de la canine ou des

cornes. Il est possible que Jones comme d'Amico n'aient pas adhéré aux affirmations de Tomes. **Ce qui apparaît aujourd'hui comme une erreur qui discrédite leur travail sur la taille et le rôle de la canine.**

Jones avait beaucoup d'éléments pour comprendre le dimorphisme et la composante sexuelle dans les évolutions diverses de la taille de la canine:

- cependant, en étudiant les modifications de la taille des canines lactéales, il s'est orienté dans une direction incompatible avec cette hypothèse qui deviendra pourtant incontournable plus tard (Coppens Y et Picq P: 2000; Picq P et Coppens Y: 2000, Picq 2010):

- mais il décrit correctement la cinétique et les contacts cisailants de l'entrée de cycle humaine, mais pas la deuxième partie du cycle,

- puis il réalise un film comparant un singe rhésus mastiquant son repas à un homme Européen simulant la mastication (Il est regrettable que les moulages et les rapports d'occlusion des deux spécimens soient inconnus). Jones constate que les cycles de mastication du singe rhésus sont verticaux alors que ceux de l'homme sont beaucoup plus horizontaux. Jones n'hésite pas alors à affirmer p 257 (Jones 1947): *"La comparaison des spécimens anatomiques prouvera que les singes et les singes anthropoïdes sont très différents de l'homme dans les mouvements de la machinerie masticatoire et la différence peut être attribuées aux canines. Celle-ci empêchent pratiquement le mouvement latéral de la mandibule"*. (une comparaison entre seulement 2 spécimens n'est pas pertinente, compte tenu de la variabilité des formes de cycles en fonction des rapports d'occlusion, qui étaient encore inconnues). **Ces données n'ont jamais pu être confirmées car le modèle de fonctionnement de l'homme et des anthropoïdes est similaire depuis plus de 32Ma et que la position des grandes canines s'est adaptée à la cinétique de mastication préexistante.** (Le Gall et Lauret 2007, 2011, Picq 2007, 2010). (<https://youtu.be/IOlxqQ2uYC8>)

- Et ensuite p 257 (Jones 1947): *"Si l'on compare la dentition des grands singes et des singes avec la dentition de l'aborigène australien, on ne peut qu'être impressionné par le fait que les dents humaines sont complètement usées et présentent une surface plane."* p 258: *"...Puisque la forme des cuspides qui existe à l'éruption des dents, a tendance à persister beaucoup plus longtemps, sous l'attrition, nous devrions être en droit de supposer que le mode de mastication et les mouvements mandibulaires de l'anthropoïde sont plus primitifs"*. (ce n'est pas ce que l'on observe sur les spécimens contemporains, des Figures de 34 à 44, dont la longévité est bien moindre que celle de l'homme actuel). *Parmi les primates, seul l'homme a appris à incorporer la contrainte (transversale) de cisaillement dans*

son appareil masticatoire". "Le résultat est que dans l'état primitif, vivant dans des conditions très dures approximatives, il subit une attrition occlusale rapide, les cuspides étant complètement aplaties tôt dans la vie adulte...l'homme a eu tendance à adopter à cet égard le mode de mastication des ruminants, sans posséder aucune forme de mécanisme compensatoire"(p 258). Il considère cette usure comme étant anormale pour l'homme, comparée à celle des autres simiens et croit constater chez les anthropoïdes, que ce sont les canines qui limitent l'amplitude des cycles et qu'elles sont susceptibles de faire de même chez l'homme.

- et enfin il établit dans une comparaison incertaine avec les dents lactéales, pour chercher des caractères primitifs et des chaînons manquants de taille intermédiaire, pour valider son hypothèse sur la canine.

Jones a publié en 1947 son travail non finalisé, où il a décrit les principes d'un modèle de fonctionnement incomplet. Ce travail basé sur le guidage de la canine a ensuite été repris par d'Amico, mais toujours en éludant le travail de Tomes sur le dimorphisme et le rôle de guidage des dents postérieures, qui se rapprochent jusqu'au contact, pendant la mastication (Figures 3-13 à 3-16, 5C-3, 5C-5). De même la maîtrise du feu, l'évolution du répertoire alimentaire, de son niveau d'abrasivité (Figure 3-6, 3-7) et la composante psychosociale de la nutrition de l'homme n'ont pas été abordées. Si aujourd'hui l'usure des tables occlusales d'écrasement a beaucoup ralenti, l'espérance de vie humaine a considérablement augmenté. De plus, il est possible aujourd'hui de reconstruire facilement les volumes perdus et de rétablir l'efficacité fonctionnelle optimale de la mastication (Fig. 7-1, *vidéo Youtube: <https://youtu.be/IOLxqQ2uYC8>*).

Mais ni Gregory et Hellman, ni Jones, ni D'Amico n'avaient une connaissance complète de l'anatomie fonctionnelle et de la cinétique de mastication d'un jeune adulte. D'Amico a donc repris les données incomplètes de Jones sur la canine, en ignorant le rôle de l'anatomie occlusale des dents postérieures, qui guidaient déjà seules la mastication, plusieurs années avant que les canines n'apparaissent sur l'arcade. Avec l'assentiment de beaucoup d'autres paléo-anthropologues de l'époque, il n'a finalement sélectionné, que des bouches abrasées, où le modèle de fonctionnement originel était déjà détruit par usure. Il en a tiré des conclusions erronées sur le rôle de guidage de la mastication, par la canine.

A défaut de pouvoir faire des observations cliniques complètes in vivo sur les modèles animaux, l'analyse du fonctionnement dynamique de ces derniers a été faite, comme pour l'homme, sur des articulateurs, alors considérés comme des simulateurs fiables des mouvements fonctionnels. Nous savons aujourd'hui que c'est inexact (voir 5. articulateurs),

mais à l'époque ce fait a probablement installé un grand flou dans la pensée de d'Amico, directement inspirée par celle de Jones.

D'une part il développe largement la désocclusion postérieure en latéralité par la canine et d'autre part il aborde de façon très incomplète les contacts et guidages fonctionnels entre les dents postérieures, tout en maintenant pendant la mastication la notion d'axe charnière et la prééminence du guidage canin jusqu'à l'occlusion maximale, pendant le mouvement latéro-médial de mastication, comme sur les articulateurs. En fait, compte tenu du recrutement et de la situation des muscles élévateurs, le rapprochement des dents postérieures pendant les cycles de mastication, qui se produit en bouche, n'est pas compatible, avec le concept même de l'axe charnière unique des articulateurs, qui ne permet pas ce rapprochement (D'Amico N°5,6 1958).

En effet il écrit à la fin de l'article N°5 1958 p 182:

“...La longueur des racines des canines et leur position engrenée ont certainement pour but de limiter les excursions latérales de la mandibule. Cette relation rétablit le mouvement charnière souhaitable de la mandibule lorsque les dents opposées entrent en contact fonctionnel, et l'action normale de cisaillement et de coupe des cuspidés des prémolaires et des molaires qui est typique des espèces frugivores-carnivores. Il n'y a aucun doute dans mon esprit que les auteurs précédents sur l'occlusion normale ont été guidés dans leurs théories par ce qu'ils ont vu dans les spécimens primitifs. A la suite de cela, nous avons essayé de reproduire chez l'homme une relation fonctionnelle anormale des dents antagonistes (opposing teeth), relation typique de l'herbivore ou du ruminant par rapport à la relation et à la fonction normales du primate carnivore frugivore. Cette théorie (de l'occlusion balancée) semble être contraire à toutes les preuves physiques disponibles et soumises par l'auteur concernant l'origine et l'évolution de la dentition naturelle de l'homme”. D'Amico a raison de critiquer le concept d'occlusion balancée et ses techniques très mutilantes d'équilibrage par meulages. Mais, il ne fait pas de différence entre le mouvement de latéroclusion avec désocclusion des dents postérieures et le mouvement centripète de mastication sous pression des muscles élévateurs. Du côté mastiquant, les faces occlusales postérieures se rapprochent alors jusqu'au contact dynamique équilibré lors des derniers cycles avant déglutition, dans une enveloppe limite de guidage imposée par l'anatomie occlusale des molaires.

Chez les indiens Maidu actuels, d'Amico considère également que les canines mettent systématiquement les dents postérieures en désocclusion lors de tous les mouvements de diduction.

Il tente toujours de démontrer que l'occlusion balancée n'est pas le modèle humain, sans comprendre que le modèle occlusal de l'homme est bien plus complexe que le modèle simpliste qu'il propose, avec les canines en surguidage et un axe charnière articulaire, qui privent les dents postérieures d'entrées sensorielles, pourtant déterminantes, de la puissance, de la forme et de l'efficacité optimale des cycles de mastication .

Quelques autres citations extraites des articles de D'Amico concernant la canine sont rapportées ci-dessous:

“Le fort développement des canines chez l'adulte semble indiquer une propension carnivore, mais ils ne le manifestent, en aucun cas sauf pendant la domestication”. (D'Amico 1958 N°1 p 16). Il y a une erreur sur le rôle fonctionnel de la canine et sur la capacité omnivore, qui s'adapte au régime alimentaire disponible.

Ou lors d'un chapitre consacré aux singes en captivité:

“...Tout d'abord, ils rejettent la chair, mais ils acquièrent facilement une prédilection pour elle. Les canines sont développées très tôt et évidemment conçues pour tenir le rôle important d'armes de défense. Lorsqu'ils sont en contact avec l'homme, la quasi première réaction de l'animal est de mordre”. (D'Amico 1958 N°1 p 16: Ce paragraphe est cité par Yerkes comme provenant de Savage et Wyman).

C'est inexact, la date d'éruption des canines est tardive. Chez les simiens elle est simultanée à celle des 3èmes molaires et chez l'homme c'est vers 12 ans.

“Normalement, dans la denture temporaire et la suivante, les canines supérieures sont les dernières à faire éruption” (D'Amico fixed partial dentures 1961 p 901)

C'est exact, mais le contraire de ce qui est affirmé plus haut sur l'éruption des canines. (d'Amico 1958 N°1 p 16 citant Yerkes).

D'Amico écrit aussi (N°4 1958 p.127):

“La plupart (des auteurs) semblent convenir que les canines chez l'homme semblent être des accidents d'évolution”.

Un accident d'évolution inadapté au milieu finit toujours par être éliminé. La diminution de la taille de la canine humaine est liée à la perte de sa sélection sexuelle, il y a environ 2 Ma (Picq 2010). Ce qui n'a rien de commun avec un accident d'évolution.

4. Rôle et importance des mécano-récepteurs

Il est admis aujourd'hui que lors de la mastication, le contrôle central supplante les phénomènes réflexes (Lund 1983; Campbell 1985; Taylor 1983) et que ce sont les informations sensibles périphériques, dont principalement celles émanant des mécanorécepteurs desmodontaux (Anderson et al.1970; Mei et al. 1975), qui permettent l'adaptation instantanée de la cinématique aux événements sensoriels rencontrés au cours de la mastication (Steiner et al 1974; Gibbs 1981; Nakamura et al. 1989). Le centre de la mastication est un centre générateur et détenteur d'engrammes, responsable du rythme et de la durée des mouvements fonctionnels. (Delow et Lund 1971; Sessle 1976).

D'Amico écrit que: *“Les canines ont également une fonction unique. Ce sont des organes extrêmement sensibles...elles transmettent plus que toutes les autres dents les impulsions proprioceptives parodontales désirables aux muscles de la mastication, réduisant la tension musculaire et réduisant ainsi la force appliquée”* (D'Amico1958 N°6 p 240). **C'est incomplet, et en grande partie inexact** car *“Les afférences parodontales humaines signalent des informations détaillées sur les changements spatiaux des charges dentaires et contribuent au contrôle spatial de la mastication...”* (Johnsen et Trulsson 2003a, Trulsson et Johansson 1996b, Türker 2002)... *“Les propriétés du champ récepteur des afférences parodontales humaines sont similaires sur les dents antérieures et postérieures”*. (Johnsen et Trulsson 2003a)

Il n'y a donc aucune primauté de la canine.

De plus*“Une étude récente de notre laboratoire a démontré que les propriétés du champ récepteur des afférences parodontales alimentant les dents antérieures et postérieures diffèrent par leur capacité à signaler les forces horizontales et verticales”* (Johnsen and Trulsson, 2005 p1889). *“Pendant la mastication, lorsque les particules de nourriture sont broyées en plus petits morceaux, de fortes forces axiales et particulièrement horizontales, sont exercées sur les prémolaires et les molaires. Les récepteurs parodontaux des prémolaires et des molaires sont bien adaptés pour coder en détail les changements temporels et spatiaux de ces charges dentaires.”* (Johnsen SE and Trulsson M. 2003a p1486)

A partir de 6 ans les afférences parodontales des couples premières molaires sont les seules à remplir complètement ce rôle. Les incisives et canines le rempliront également, mais plus tard, pour l'incision plus verticale et l'accompagnement de la mastication (Mei et al .1975, Johnsen and Trulsson, 2005). Si les canines sont en surguidage pendant l'entrée et la sortie de cycle de mastication, il n'y a pas de contact, entre les dents postérieures, Il y a perte des informations proprioceptives (directe et indirectes) et désorganisation de la cinétique de mastication. En effet:

“L’absence d’entrée sensorielle entraîne une réduction de la force masticatrice et un contrôle spatial déformé des mouvements de la mâchoire pendant la mastication” (Inoue et al., 1989, Lavigne et al., 1987, cités par Johnsen SE and Trulsson M. 2003a p1486). En d’autres termes, la mauvaise coordination des faces occlusales postérieures mastiquantes modifie, réduit ou supprime les entrées sensorielles sous-jacentes, ce qui entraîne une diminution des forces masticatrices et une réduction de l’amplitude et/ou un changement de la forme des cycles masticatoires. Il en résulte une réduction importante de leur efficacité fonctionnelle.

L’importance de la mastication dans la nutrition et la digestion est maintenant beaucoup mieux connue. De nombreuses études d’évaluation ont montré que les déficiences masticatoires modifient le régime alimentaire et peuvent avoir des conséquences graves sur la santé (N’gom et al 2010; Lexomboon and col. 2012).

Depuis plus de 25 ans, en clinique (preuves cliniques à l’appui: photos, vidéos), nous observons régulièrement des cycles dont l’enveloppe est déformée et parfois réduite à un simple cisaillement vertical. Mais cette situation est réversible, car lorsque l’équilibre fonctionnel des faces occlusales est restauré (par addition) et que les entrées sensorielles sont rétablies et équilibrées, les cycles retrouvent instantanément leur cinétique optimale et leur puissance d’écrasement, sans apprentissage. (Le Gall et Lauret 1998, www.mastication-ppp.net). C’est cliniquement incontestable.

(vidéo YouTube: <https://youtu.be/Heo8c8KM4WY>).

Mais ces données sont interdépendantes de plusieurs autres paramètres comme le nombre de mécanorécepteurs rapporté à la surface portante radiculaire, qui a elle-même une relation avec les forces supportées par les différentes dents en fonction de leur position sur l’arcade, de leur mobilité clinique, de leur architecture radiculaire et des propriétés de l’os support.

1- Il faut appliquer une force 4 fois plus élevée au niveau molaire pour avoir le même niveau de discrimination qu’au niveau antérieur (Johnsen et Trulsson, 2005), mais par un phénomène de levier prenant en compte la situation des muscles élévateurs, les forces développées sur les dents antérieures sont de 8 à 10 fois moins élevées que sur les dents postérieures (Fontenelle et Woda; in Chateau 1993). (au niveau de la canine il est vraisemblable que cette fourchette de forces appliquées se situe autour de 6 fois moins qu’au niveau molaire). Les forces appliquées sur les molaires sont bien plus importantes que sur les dents antérieures, il y a pléthore de données, la discrimination des informations de pression est facilitée et nécessite l’activation de

moins de mécanorécepteurs que lorsque ces forces sont très faibles, afin que le niveau de perception des informations soit équivalent entre les incisives, les canines et les molaires.

2-L'étude de Parfitt (1960) indique que la mobilité physiologique moyenne transversale des premières molaires maxillaire est de 56 micromètres contre 64 μm pour la canine maxillaire et 108 μm pour l'incisive centrale (pour des dents de mobilité 1). Ces chiffres sont corroborés par l'architecture radiculaire de ces dents et de leur surface développée en fonction des qualités mécaniques de l'os support (Le Gall et Saadoun 1993). A titre d'exemple la surface radiculaire développée de 16 est 480 mm^2 contre 380 mm^2 pour 46 et respectivement 263 et 245 mm^2 pour 13 et 43 avec une corticale vestibulaire extrêmement fine (Figure 3-12).

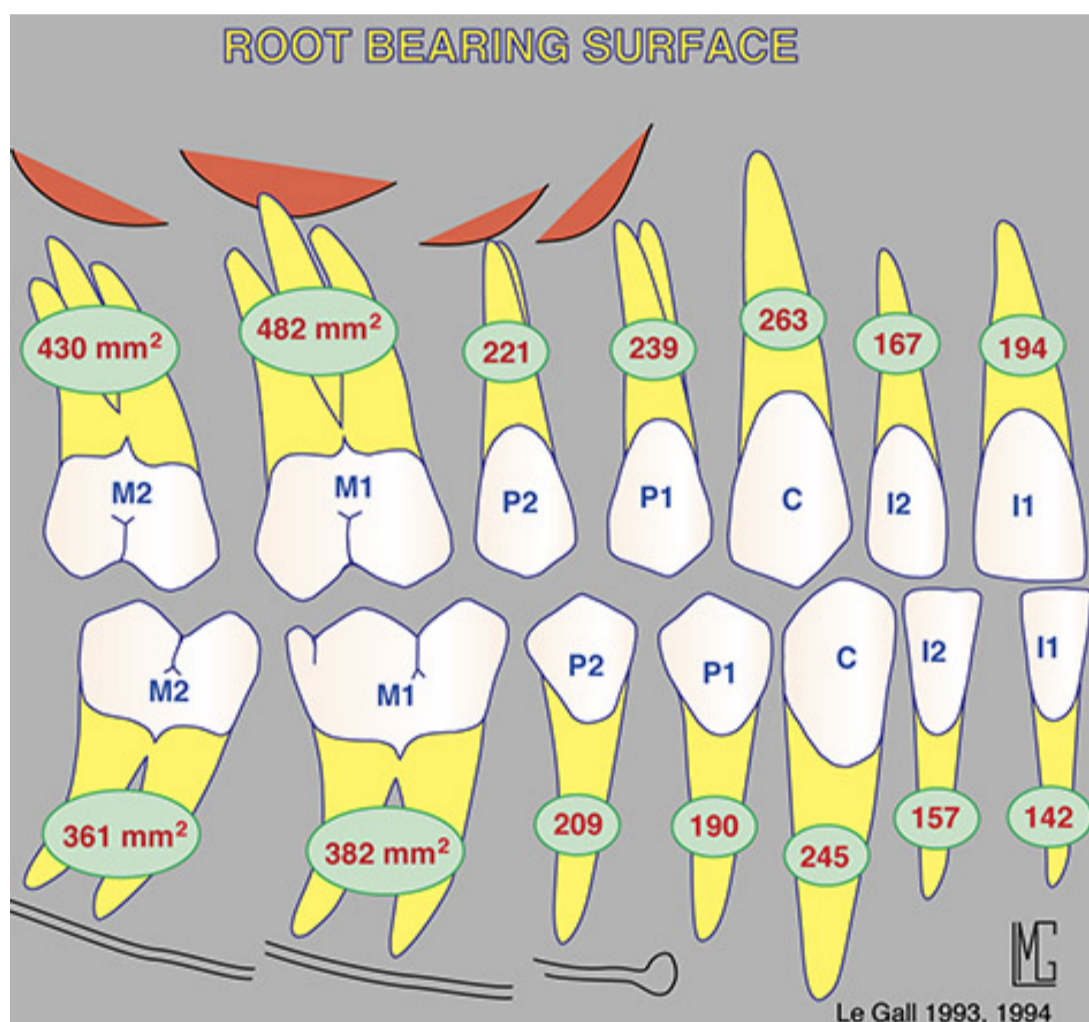


Figure 3-12 Les surfaces portantes des racines sont adaptées aux charges fonctionnelles supportées par les dents, en fonction de la qualité du support osseux et de leur position sur l'arcade.

Dans ce contexte les caractéristiques biomécaniques des canines n'apparaissent pas aussi exceptionnelles que le prétend d'Amico dans la conclusion de son 6ème article de 1958 et sont dépassées par celles des premières molaires à partir et autour desquelles s'est mis en place le schéma occlusal adulte. La position de ces dernières, leur mobilité très réduite, leurs doubles guidages d'entrée de cycle et leur architecture radiculaire en trépied, leur permettent de supporter seules les forces de mastication les plus importantes avec des guidages dominants.

Ceci ne corrobore pas les déductions sur la "résolution des forces opposées" (d'Amico article N°6 1958), limitées de façon simpliste aux seules forces axiales. La canine arrive tardivement,



Figure 3-13 Homme de 28 ans. Mouvement médio-latéral droit en bouche. Ce mouvement se réalise en guidage antérieur sur la canine comme sur l'articulateur (Fig.18). Il n'y a aucun autre contact postérieur entre les arcades, bien que de petites facettes d'usure soient visibles sur les dents postérieures.



Figure 3-14 Simulation du mouvement latéro-médial de mastication droite, en bouche. La situation est totalement différente. Ce sont tous les versants internes des cuspidés vestibulaires maxillaires, du côté mastiquant, contre des appuis opposés, qui supportent les guidages d'entrée de cycle. C'est une différence fondamentale avec l'articulateur qui est incapable de reproduire ce mouvement (Fig.3-18). Pendant la mastication, l'articulation humaine ne fonctionne pas comme un axe charnière d'articulateur,.

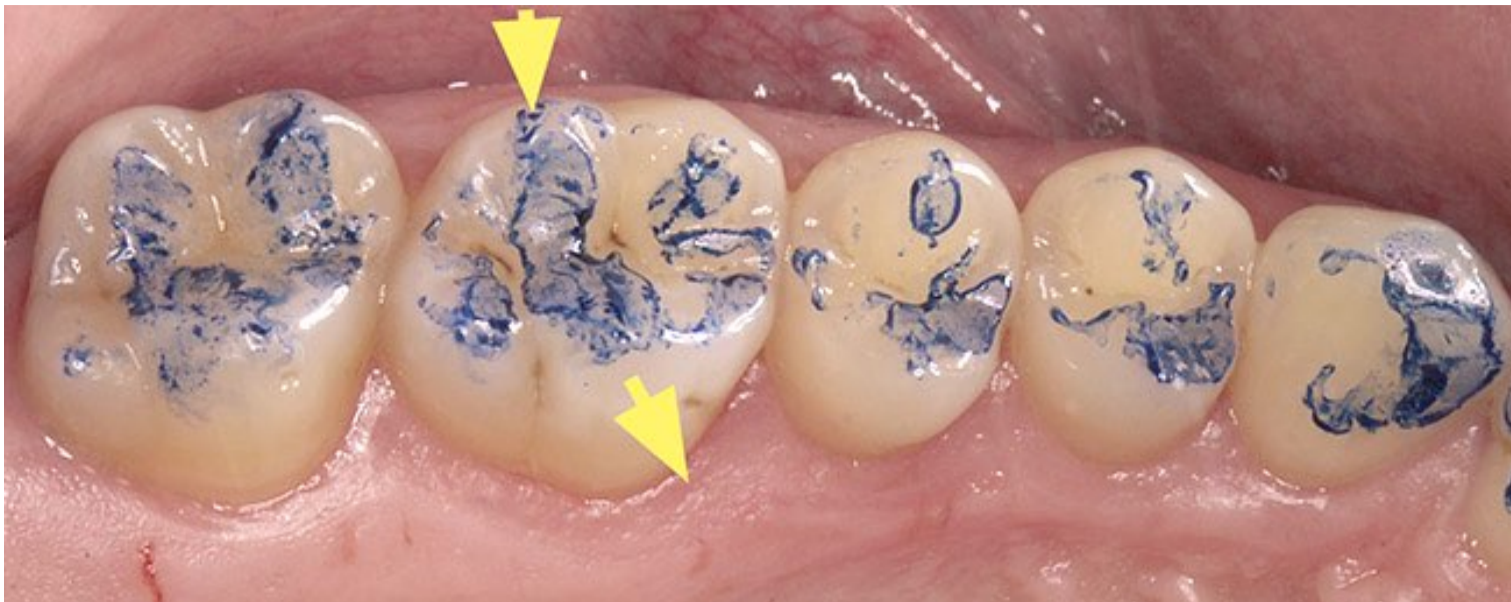


Figure 3-15 Vue de l'enveloppe limite de guidage dentaire, au maxillaire, du côté mastiquant. Le mouvement mandibulaire a une orientation centripète et des contacts et guidages sont présents sur toute l'étendue des faces occlusales, en entrée et en sortie de cycle (sur les versants dits "travaillants", comme sur les versants dits "non-travaillants").

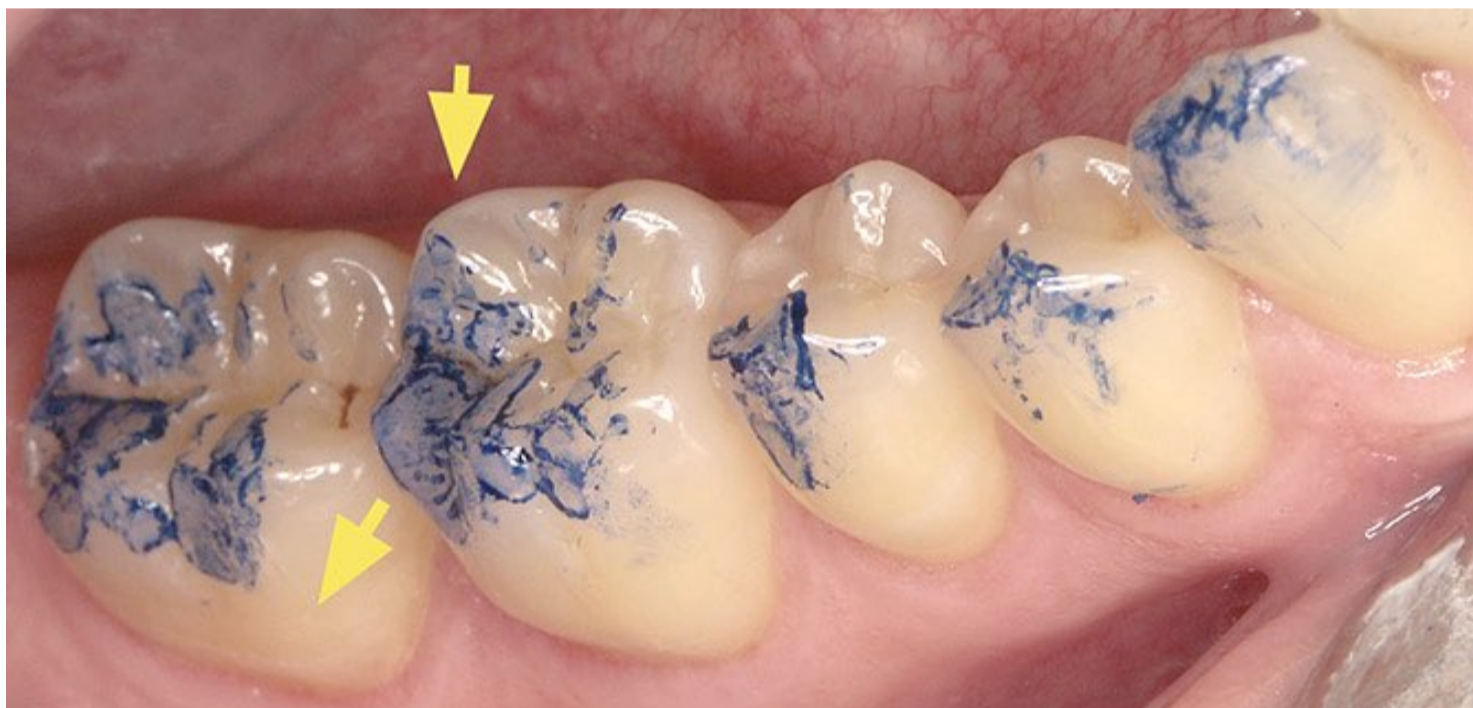


Figure 3-16 Vue de l'enveloppe limite de guidage dentaire, à la mandibule, du côté mastiquant. Le mouvement mandibulaire a une orientation centripète, mais les guidages se lisent à partir du côté lingual et sont finement appariés avec leurs antagonistes maxillaires. Ces contacts ne sont pas visibles lors du mouvement de latéralité guidé par la canine.

sur l'arcade, et sa position est imposée par la mastication préexistante, ce qui signifie qu'un jeu fonctionnel suffisant est maintenu, avec ses dents voisines, et antagonistes, afin que la mastication conserve sa cinétique préexistante et l'impose à la canine lors de son émergence progressive. De ce fait elle supporte des forces beaucoup moins élevées, mais par sa position, participe à l'incision et à la mastication tout en guidant généralement seule le mouvement de

latéroclusion. Compte tenu du muscle essentiellement recruté pour réaliser ce mouvement, le chef inférieur du ptérygoiden latéral contro-latéral, qui est abaisseur et propulseur/diducteur, les forces transversales appliquées au niveau dentaire lors de ce mouvement sont peu élevées ce qui permet de comprendre pourquoi la canine maxillaire peut le supporter avec une corticale vestibulaire aussi fine. Même en cas de bruxisme, la situation éloignée des muscles élévateurs et le bras de levier ne permettent pas le développement au niveau antérieur de forces aussi élevées qu'au niveau des molaires.

5. Articulateurs mécaniques et reproduction de la fonction humaine

L'époque était mécaniste avec le concept de RC et d'axe charnière articulaire *“Les preuves confirment le concept que l'articulation temporo-mandibulaire a un centre de rotation constant pendant l'ouverture verticale et la fermeture de la mandibule.”* D'Amico n°6 1958

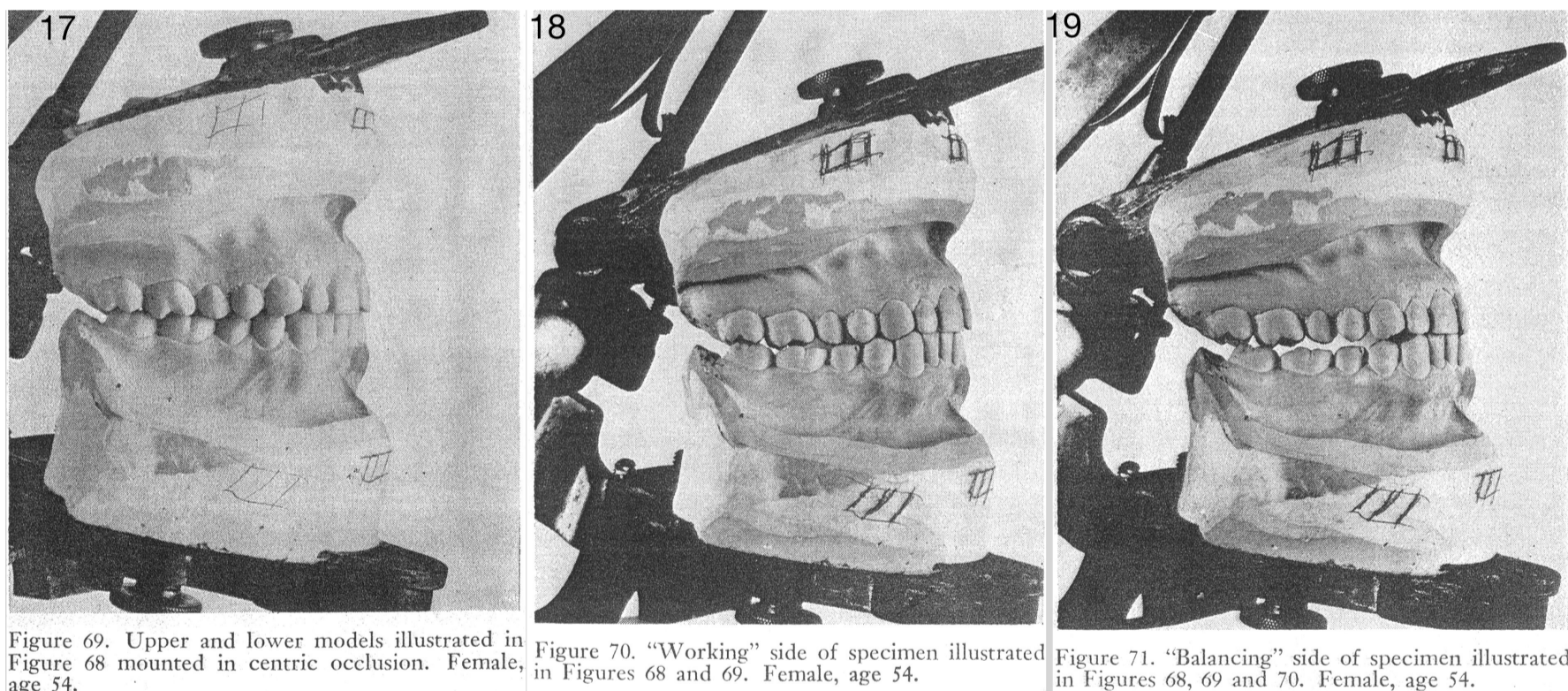


Figure 69. Upper and lower models illustrated in Figure 68 mounted in centric occlusion. Female, age 54.

Figure 70. “Working” side of specimen illustrated in Figures 68 and 69. Female, age 54.

Figure 71. “Balancing” side of specimen illustrated in Figures 68, 69 and 70. Female, age 54.

Figure 3-17, 3-18, 3-19 Cas clinique de d'Amico (1958 N°6 P. 205 Fig 69, 70, 71) monté sur un articulateur classique

3-17 Vue des modèles montés en Intercuspitation maximale (OIM), “occlusion centrée”.

3-18 Vue du mouvement médio-latéral droit sur articulateur. Ce mouvement de latéralité se réalise, en guidage antérieur, sur la canine. Il n'y a aucun contact postérieur. Le trajet de retour latéro-médial sur l'articulateur est identique à l'aller, avec le guidage antérieurs de la canine, sans contact postérieurs avant l'arrivée en occlusion (alors qu'il existe des contacts et guidages postérieurs lors de la mastication).

3-19 Vue du mouvement latéral du côté gauche, contro-latéral, sur l'articulateur. Il y a désocclusion du côté droit (“non travaillant”).

p. 240). Pratiquement tous les articulateurs plus ou moins adaptables ont été conçus selon ce principe d'axe charnière fixe et considérés comme des reproducteurs fidèles de la cinétique mandibulaire et articulaire. Il n'y a donc rien d'étonnant à voir la validation du guidage dominant de la canine réalisée sur des modèles montés en articulateur (D'Amico n°6 1958 p 205-206). Le concept d'axe charnière est aujourd'hui contesté par le fait que les surfaces articulaires se rapprochent pendant la mastication (Gallo L., 2005; Palla S et coll. 2003, Jaisson et coll. 2011). Ce qui permet aux faces occlusales des molaires du côté mastiquant d'écraser les aliments, en se rapprochant progressivement de leurs antagonistes, en fonction de l'état d'écrasement du bolus. Les contacts interdentaires directs qui se produisent à travers le bol dans les derniers cycles, sont un signal fort de déclenchement de la déglutition (Figures 13 à 16). Or ce rapprochement des faces occlusales est impossible à simuler sur les articulateurs mécaniques classiques possédant un axe charnière simplifié et non compressible. Voir vidéo YouTube: <https://youtu.be/evZgkLsxzOY> D'Amico écrit à ce propos dans l'article N°6 p 205, :*"...Dans les trois cas précédents, la relation fonctionnelle est identique, tous possédant une relation d'engrènement des canines. Au cours des excursions latérales de la mandibule, (sur articulateur Figures 3-17 à 3-19) aucune des cuspides ou des plans inclinés des prémolaires et des molaires opposées ne sont en contact tant que la mandibule n'est pas revenue en relation centrée avec la dentition en occlusion centrée. Dans une telle relation fonctionnelle, aucune des forces appliquées des muscles temporal et masséter ne peut être orientée selon un angle par rapport au grand axe des dents"*.

Cette démonstration de la protection canine, sur l'articulateur, "pendant la mastication", est donc fondamentalement fautive, car cette protection canine n'existe pas naturellement lorsque la mastication réelle est observée cliniquement, ou enregistrée sur des clips vidéo. (Figures 3-13 à 3-16, 5B3-1, 5B3-2).

Il manquait trop de données sur la physiologie de la mastication, le rôle des muscles élévateurs et les relations fonctionnelles des faces occlusales des dents postérieures, encore très mal décrites à l'époque, **pour se permettre cette pseudo démonstration, car:**

- **Sur l'articulateur** le mouvement médio-latéral et le mouvement latéro-médial, sont effectivement guidés par la canine du même côté et la désocclusion des dents postérieure est la même dans les deux cas. Néanmoins, sur les articulateurs, lorsque le mur postérieur des boîtiers articulaires est droit, la désocclusion en latéroclusion des dents postérieures

est souvent légèrement amplifiée, car l'angulation du mouvement de Bennett n'est généralement pas personnalisable.

- **Dans la bouche du patient, le mouvement médio-latéral** est guidé par la canine et il y a désocclusion des molaires des deux côtés. Car ce mouvement est provoqué par la contraction du faisceau inférieur du muscle ptérygoïdien latéral contro-latéral, qui est abaisseur et diducteur et sans réelle action des muscles élévateurs.
- **En bouche, lors d'un cycle de mastication**, du même côté, le mouvement est centripète, latéro-médial en entrée de cycle suivi, après le passage de l'OIM, d'un déplacement continu dans le même sens, en sortie de cycle, (en mouvement limite, des guidages existent sur toute l'étendue des surfaces occlusales postérieures de ce côté). Il se réalise avec la contraction forte des muscles temporal, masséter (élévateurs) et ptérygoïdien médial (élévateur et diducteur) du même côté. Dans ces conditions les surfaces articulaires (Gallo L., 2005; Palla S et coll 2003) et les dents postérieures du côté mastiquant, se rapprochent verticalement au fur et à mesure de l'écrasement du bol alimentaire, et jusqu'au contact interdentaire, dans les derniers cycles avant la déglutition. En simulant la mastication à vide, les glissements en contact direct entre les dents postérieures opposées déterminent l'enveloppe limite de guidage des cycles pour une mastication de ce même côté. Tous les autres cycles avec aliments interposés se situent à l'intérieur de cette enveloppe (Figures 3-23, 5C-1, 5C-2).
- **La reproduction du rapprochement des dents postérieures** et de la cinétique masticatoire est impossible pour la totalité des articulateurs mécaniques dont les boîtiers articulaires ne sont pas compressibles. Il est réalisable sur les articulateurs virtuels de CFAO. C'est une erreur fondamentale de D'Amico, qui a imaginé, pour l'homme, un modèle copié sur celui de l'articulateur et non pas sur l'observation de la cinétique réelle de mastication, dans la bouche des patients. Cette erreur condamne irrémédiablement le concept de Protection Canine tel qu'il est proposé par D'Amico. **Le modèle fonctionnel de l'homme n'est pas celui d'un articulateur du XX^{ème} siècle.**
- **Possibilités et limites des articulateurs mécaniques actuels.** Aujourd'hui encore, les articulateurs mécaniques sont fiables et souvent indispensables. dans le cadre de l'occlusion statique, Dans ce contexte, le montage sur articulateur peut être utile ou nécessaire à l'analyse occlusale, au choix de la dimension verticale, à la détermination d'une relation intermaxillaire gnathologique ou physiologique, au réglage de l'O.I.M. des dents naturelles, des réalisations prothétiques sur dents, sur implants ou les PAT.

Mais en ce qui concerne les mouvements dynamiques, les articulateurs classiques, fonctionnant selon le modèle gnathologique, n'ont pas pu être améliorés de façon suffisante pour simuler correctement la mastication. L'équilibration finale doit toujours être impérativement vérifiée et finalisée dans la bouche du patient en simulant la mastication, car lors de la pose, les faces occlusales des dents prothétiques présentent pratiquement toujours des malocclusions fonctionnelles, qui ne peuvent pas être équilibrées sur les articulateurs de laboratoire (Le Gall et coll.1994) et dont les conséquences sont particulièrement amplifiées en implantologie.

La seule tentative ancienne d'enregistrement "fonctionnel" de la latéralité est la technique FGP, ou Functional Generated Path, (Meyers 1934, Dawson 1974) qui consiste à enregistrer la face palatine de la canine jusqu'à la limite de son mouvement de latéralité, sur un matériau plastique (cire ou autres) placé sur l'armature d'une restauration de petite portée. Cette technique permet l'ajustement de la canine et des antérieures en latéralité, elle peut cependant être adaptée à la fonction réelle en faisant mastiquer le patient sur le matériau plastique, au niveau des molaires, à condition qu'elles soient fonctionnelles. Dans ce cas il y a ambiguïté sur l'utilisation du terme fonctionnel pour l'enregistrement du mouvement de latéralité volontaire, sans contacts postérieurs, alors que la mastication obéit à un programme central, avec des contacts et guidages centripètes entre les dents postérieures. C'est pourquoi, pour éviter toute confusion en CFAO, nous proposons d'utiliser les termes de **CGP (Chewing Generated Path)**, ou **CGS (Chewing Generated Surface)**, lorsqu'il s'agit de simulation de la mastication réelle entre les dents postérieures. La traduction Française étant: **SGM (Surfaces de Guidage de la Mastication)**.

6. Possibilités actuelles des articulateurs virtuels et de la CFAO

- Un système de CFAO est composé de trois parties:
 - Une première unité réalise la prise d'empreinte optique en 3D. La prise d'empreinte optique des dents et des arcades est extrêmement précise et fiable, avec encore des disparités entre les caméras. Elle permet de réaliser un modèle virtuel en trois dimensions, fidèle, manipulable et orientable dans toutes les positions. Ce type d'enregistrement permet d'éliminer pratiquement tous les risques d'erreurs liés à la prise d'empreinte, à la coulée des modèles et au montage sur un articulateur mécanique. Elle doit être réalisée en bouche et non sur des empreintes coulées en plâtre présentant presque toutes des distorsions et des imprécisions.

- Une seconde unité réalise le traitement numérique des empreintes obtenues. Cette dernière est associée à un articulatoire gnathologique virtuel et un logiciel de conception prothétique. Les données sont ensuite transmises à l'unité de fabrication, généralement au format STL
- Une troisième unité est chargée de la réalisation prothétique. La réalisation prothétique est réalisée soit par soustraction sur une machine d'usinage, soit par addition sur une imprimante 3D.
- Les techniques de CFAO évoluent encore rapidement. Actuellement, l'unité en charge du traitement des données numériques (relations occlusales, cinétique fonctionnelle, conception prothétique ...) est celle qui change le plus rapidement.
 - Jusqu'à présent, les articulateurs virtuels étaient tous des copies numérisées d'articulateurs gnathologiques, qui n'étaient pas conçus et sont toujours incapables de simuler la mastication. Afin de s'en rapprocher, certains de leurs paramètres de fonctionnement peuvent être modifiés manuellement mais avec des limites. L'enregistrement et l'utilisation d'un cycle de mastication complet pour la reconstruction occlusale est impossible sur ce type de matériel,
 - L'enregistrement précis des faces occlusales est totalement maîtrisé et peut servir de base à leur reproduction, à condition qu'elles sont bien équilibrées,
 - Si l'anatomie occlusale fonctionnelle de la dent à recouvrir est rétablie sur une couronne provisoire, une empreinte optique de sa face occlusale peut être prise et une copie exacte réalisée facilement et rapidement par CFAO.
 - Lorsque l'anatomie occlusale des dents voisines est déséquilibrée ou perdue, il faut d'abord reconstruire l'anatomie fonctionnelle de ces dents et rétablir leur cycle optimal dans la bouche du patient, avant de les prendre comme modèle (SGM).
 - À la différence des articulateurs mécaniques, la virtualisation permet de rapprocher les secteurs postérieurs du côté mastiquant et de les faire glisser l'un sur l'autre pour réaliser une simulation approchée de la mastication, en suivant les surfaces de guidage de la mastication (SGM), comme le font certains prothésistes en retirant les modèles des articulateurs gnathologiques et en les coaptant manuellement. Ce qui permet de réaliser des guidages similaires aux dents voisines sur la prothèse en cours de réalisation.
 - La forme de la future restauration, qui est adaptée manuellement à l'écran, est d'abord validée. Puis les empreintes virtuelles sont mise en occlusion sur l'écran pour enregistrer la RMM avec la caméra, avant de la transmettre à l'unité de fabrication. Cette phase est

essentielle et délicate. Le réglage final sera réalisé en bouche, avec un éventuel retour au laboratoire pour des additions occlusales.

- Le fonctionnement des articulateurs virtuels étant une copie de celui des articulateurs mécaniques, il reste à essayer d'optimiser les possibilités de réglage de certaines valeurs, pour tenter d'obtenir une reproduction acceptable de la mastication. En particulier l'orientation de l'entrée de cycle qu'il n'est pas toujours possible d'obtenir (Figure 3-20), car sur les articulateurs gnathologiques, le réglage de l'angulation du mouvement de Bennett, de sens inverse de la mastication, est généralement limité à environ 17°. Il faudrait étendre le réglage jusqu'à environ 50°, afin de pouvoir obtenir dans tous les cas, une angulation correcte de l'entrée de cycle qui suive bien le rail du pont d'émail des M₁ maxillaires. Car la sphère "condylienne" des articulateurs mécaniques n'étant pas compressible, à la différence de l'articulation humaine, il est nécessaire d'afficher une valeur angulaire beaucoup plus importante pour simuler l'entrée de cycle, et compenser cette carence. Il s'agit probablement d'une modification logicielle mineure à effectuer, prenant en compte: **le rapprochement vertical des dents mandibulaires et l'angulation de leur déplacement**, lorsqu'elles suivent le rail d'entrée de cycle de M1 maxillaire. Cette modification n'a encore pas été réalisée.

Chapitre consacré à la CFAO sur: www.mastication-ppp.net

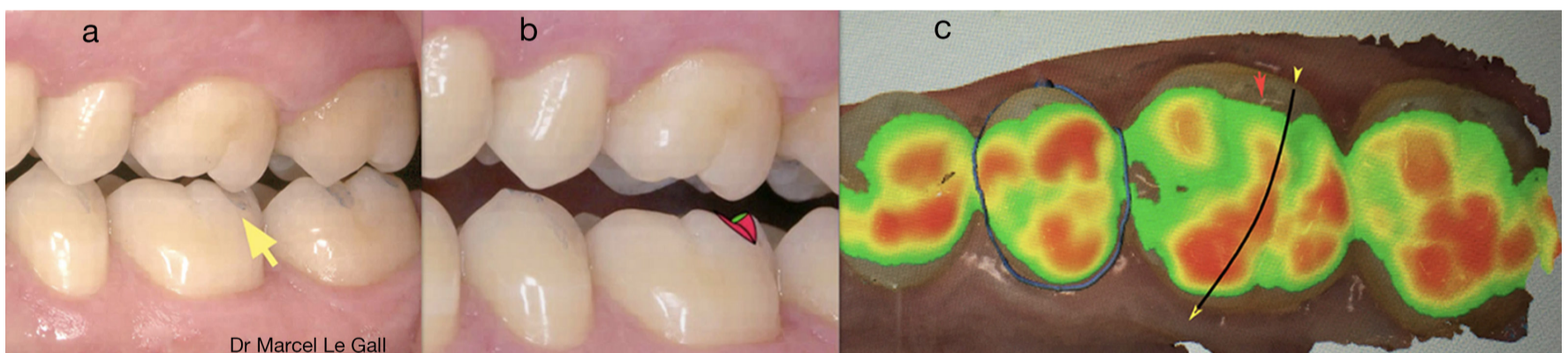


Figure 3-20 (c) Vue occlusale de la simulation de la mastication sur un articulateur virtuel 3shape©. L'angulation de l'entrée de cycle sur M1 maxillaire est trop antérieure (flèche rouge), comparée à l'angulation optimale du rail du pont d'émail (ligne noire flèches jaunes). Cette angulation ne permet pas au rail maxillaire de se positionner dans le réceptacle en forme de V situé entre la cuspide centro-vestibulaire et disto-vestibulaire de M1 mandibulaire (a,b).

7. Reproduction de la Mastication: Apport de la 4D virtuelle

Des systèmes d'analyse et d'enregistrement des mouvements mandibulaires, à l'aide de capteurs externes, optiques ou autres, ont été présentés. Ils peuvent enregistrer les cycles

DIGITAL GNATHOGRAPHY
Zébrignathograph Zébris®

Strasbourg University F 2016
DU occlusion, R.Joerger, M. Le Gall

Digital Gnathography (DG) has
complemented the kinetics data
of mandible and TM-Joint

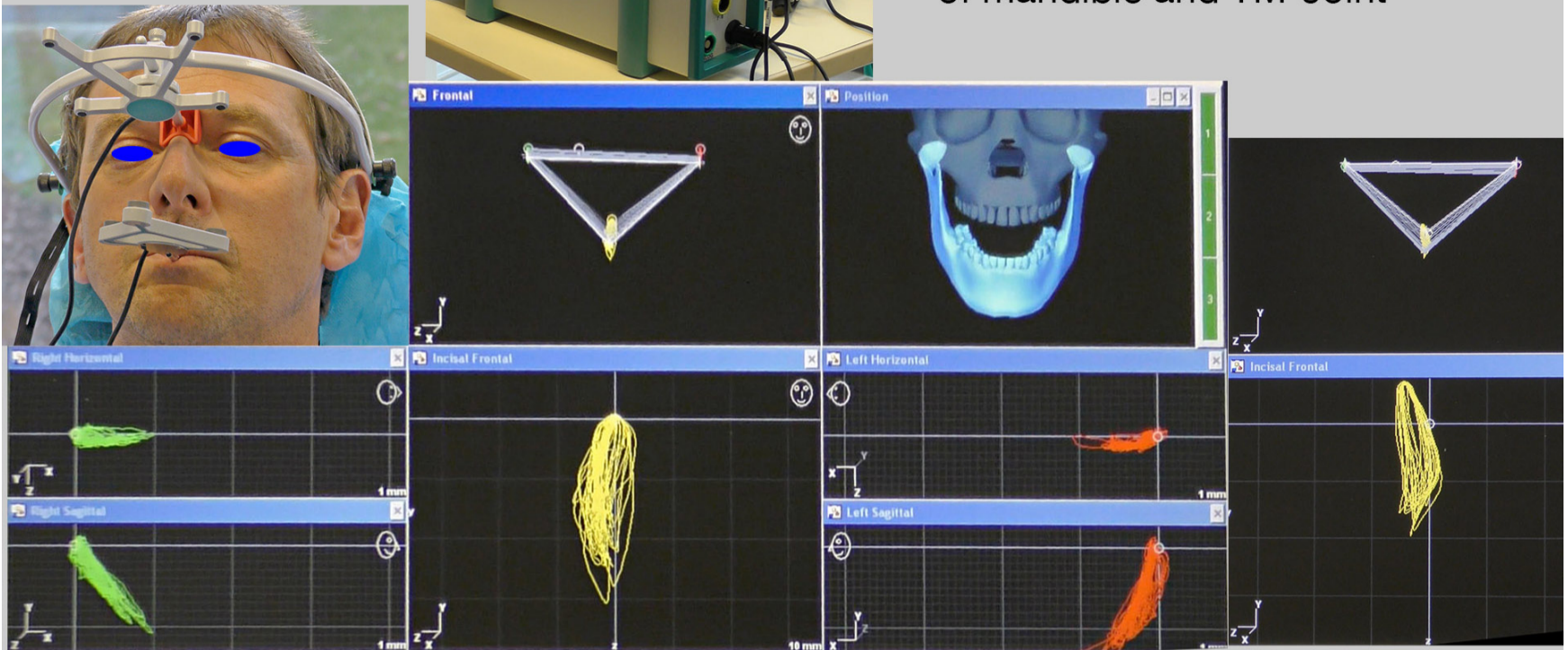


Figure 3-21 Le Zébris® est un dispositif d'enregistrement de la cinétique masticatoire composé d'un arc frontal supportant 4 capteurs horizontaux interagissants avec 4 capteurs inférieurs supportés par une fourchette scellée sur les faces vestibulaires des dents mandibulaires. C'est un outil de diagnostic, de contrôle, et de comparaison de la forme initiale et finale des cycles pendant un traitement. Les interactions de leur forme avec l'équilibre dynamique des faces occlusales et la cinétique et les pathologies articulaires peuvent être visualisées et enregistrées. Le Zébris© ressemble à une version très améliorée du sirognathographe® que nous utilisons en 1985.

masticatoires en étant dissociés de leur articulateur gnathologique, qui bride les possibilités de mouvements et dont le fonctionnement n'est pas propice à la reproduction de la mastication. Leur fonctionnement, prenant en compte les technologies actuelles, se situe alors dans la droite ligne des premiers simulateurs de la mastication: Replicator®, Sirognatographe® dont la capacité de déplacements dans l'espace n'était pas bridée par les restrictions d'un simulateur mécanique primitif.

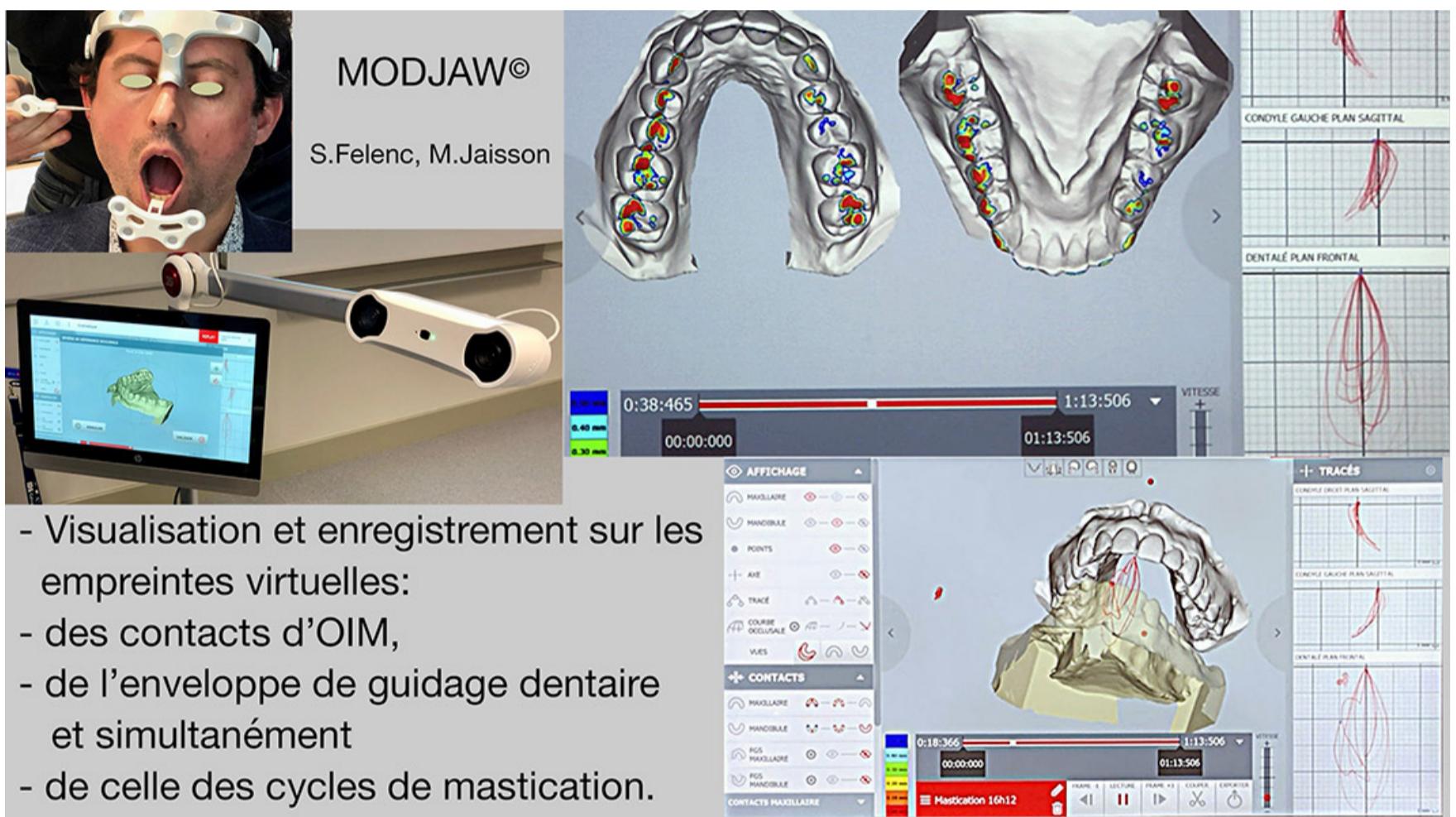
Il existe plusieurs matériels de ce type dont les derniers développements les rapprochent rapidement d'une reproduction optimale de la mastication. Nous en décrivons deux:

- Le Zébris® qui a une très bonne capacité de reproduction et d'enregistrement des cycles de mastication et qui est utilisé dans le DU d'occlusion fonctionnelle de Strasbourg (Fig 3-21). La version utilisée sert d'outil d'enregistrement initial des cycles de mastication, pour le diagnostic des déséquilibres occlusaux, des pathologies du disque et de la cinétique articulaire, en complément ou en remplacement des axiographies et des examens d'imagerie



Modjaw: vue des capteurs optiques frontaux et mandibulaires et du pointeur d'enregistrement des points de référence. L'unité optique de traitement est située à distance devant le patient.

Fig. 3-22: Ce système est composé de capteurs optiques, sans fils, crâniens et mandibulaires d'orientation frontale, associés à des points de référence dentaires et muqueux par un pointeur optique. Ces capteurs sont reliés à l'unité de traitement indépendante et mobile située face au patient. Cette unité complète associe deux capteurs optiques à un ordinateur et un écran tourné vers le patient, qui peut ainsi suivre l'enregistrement.



- Visualisation et enregistrement sur les empreintes virtuelles:
- des contacts d'OIM,
- de l'enveloppe de guidage dentaire et simultanément
- de celle des cycles de mastication.

Figure 3-23: Le Modjaw® permet l'enregistrement des cycles de mastication et la visualisation simultanée de l'enveloppe de guidage de la mastication sur les dents postérieures, ce qui ouvre de nouvelles possibilités diagnostiques et thérapeutiques de reconstruction occlusale.

en résonance magnétique (IRM). Les enregistrements initiaux servent ensuite de référence pour suivre l'incidence du traitement sur la forme des cycles. Cette version n'est pas utilisable pour la CFAO. Les innovations pertinentes ou non, se succèdent rapidement et les matériels coûteux démodés au même rythme, parfois à tort.

- Le **Modjaw®** dont nous avons eu une démonstration clinique par Maxime Jaisson, le concepteur de cette solution (Fig. 3-22, 3-23). Ce système récent (Felenc et Jaisson 2018),

plus évolué et ouvert, doit d'abord être associé à une unité de prise d'empreinte optique 3D puis après validation du projet prothétique, à une machine d'usinage ou d'impression 3D, pour sa réalisation. Ses possibilités étendues en font une solution prometteuse, car à partir de l'empreinte numérique des arcades, sauvegardée en fichier STL ouvert, il est possible:

- grâce aux points de référence de l'utiliser comme un arc facial pour positionner le modèle virtuel maxillaire dans l'espace, et de voir ensuite, lors de la fermeture, tous les contacts en OIM à l'écran,
- de pouvoir probablement lui associer le port d'une butée antérieure maxillaire spécifiquement adaptée. afin d'analyser le chemin de fermeture avec la pointe de la langue en position de déglutition et de pouvoir objectiver un éventuel contact prématuré sur les modèles virtuels des arcades.
- et surtout de faire simuler, de voir et d'enregistrer les cycles de mastication du patient, soit à droite ou à gauche, et d'observer simultanément les déplacements du modèle mandibulaire virtuel qui reproduit les cycles de mastication, sans les limitations d'un articulateur gnathologique. Les contacts et guidages interdentaires dynamiques sont matérialisés en couleur et deviennent visibles sur les modèles virtuels, en dehors de la bouche du patient. Ils peuvent être associés la forme des cycles, objectivés à côté. L'analyse de la répartition, de l'insuffisance, de l'excès ou de l'équilibre des Surfaces de Guidage de Mastication (SGM) peut être faite sans avoir à interposer entre les dents, de papier marqueur, de films colorés ou autres dispositifs. Ce qui est également intéressant du côté non mastiquant, où la simple interposition d'un film peut déclencher des contractions musculaires parasites.

Cette SGM virtuelle peut être enregistrée, exportée au format STL et servir à établir un diagnostic et atteindre divers objectifs: chirurgicaux, occlusaux, prothétiques, esthétiques ou autres.

Nous nous limiterons aux aspects occlusaux fonctionnels:

- Ce modèle virtuel peut servir directement à la création d'un modèle diagnostique, puis en cas d'équilibre des guidages voisins, d'un modèle thérapeutique, grâce à un wax-up virtuel,
- ou exporté vers une unité de fabrication et imprimé pour disposer des modèles.
- Il persiste encore un problème. Pour que les Surfaces de Guidage de la Mastication puissent servir de référence et de modèle à la réalisation d'un guide thérapeutique, il faut qu'elles soient équilibrées et que les cycles aient une cinématique optimale (ce qui n'apparaît pas toujours sur les vidéos de cycles présentées). Or à ce jour nous n'avons pas encore la possibilité de faire un analyse prédictive fiable de la forme optimale des cycles masticatoires

d'un patient. Quand l'anatomie occlusale est perdue, nous sommes toujours obligés de passer par l'étape d'adjonction de composite réalisée en bouche, en commençant par les couples de premières molaires, pour mettre progressivement en harmonie la cinétique de mastication de ces dents avec celle des articulations. On voit alors progressivement la forme du cycle changer et retrouver son amplitude optimale et son efficacité fonctionnelle. Ce qui nous permet de disposer du **modèle dynamique de mastication propre au patient**. A partir de ce SGM enregistré, Il est possible de réaliser le **modèle thérapeutique fonctionnel personnel du patient** et de reconstruire ses faces occlusales selon ce modèle.

- L'exactitude des potentialités du Modjaw® devront bien entendu être validées cliniquement.
- Néanmoins, cette situation pourrait changer si les paramètres fonctionnels physiologiques des dents et de tout l'appareil manducateur pouvaient être intégrés au logiciel en charge du modèle diagnostique d'abord, puis du modèle thérapeutique.
- **La première étape** pourrait consister à créer une sorte "d'avatar générique" des couples de premières molaires qui conserverait la mémoire de leurs caractéristiques occluso-masticatoires, tout en étant susceptible de déformations adaptatives à la morphologie des dents et aux caractéristiques propres du patient, qui permettraient leur intégration dans ses arcades. Cet avatar personnalisé servirait ensuite de modèle pour la reconstruction fonctionnelle des dents voisines et des arcades. Quels paramètres retenir? **L'anatomie descriptive** certes et **l'anatomie fonctionnelle**, mais avec les plus extrêmes réserves pour le modèle habituel dont nous savons que la référence de RMM et la partie dynamique en particulier sont infondées (chapitre 5). **Par anatomie fonctionnelle** nous entendons le modèle naturel de l'homme basé sur la déglutition et la mastication. Localement il faudrait déterminer quels paramètres déterminants de l'occlusion statique et dynamique seraient retenus. Pour la mastication, il faudrait certainement commencer par s'appuyer sur nos connaissances actuelles de l'anatomie occlusale fonctionnelle des couples premières molaires, car c'est à partir de leurs caractéristiques anatomiques et fonctionnelles que s'est installé le schéma occlusal adulte. En classe1 d'Angle ces dents sont l'image 3D inversées l'une de l'autre et situées au centre de gravité frontal des arcades. Les figures 5-69 à 5-71 montrent bien les premiers paramètres à prendre en compte: les surfaces occlusales d'entrée et de sortie de cycles de mastication et les rails de guidages qu'elles possèdent, qui canalisent et orientent leurs déplacements pendant la phase dentaire, comme le pont d'émail maxillaire et ses homologues mandibulaires en volume inversé etc.

- **La deuxième étape** consisterait à intégrer cet avatar, aux arcades dentaires virtuelles du patient, à sa typologie dentaire et faciale, ses paramètres cranio-faciaux, la forme de ses ATM etc. L'objectif final étant de retrouver les caractéristiques optimales de ses cycles de mastication et de leur efficacité maximum.
- **C'est l'intelligence artificielle (IA)** et la puissance de ses algorithmes, qui rendrait possible cette modélisation. Son amélioration progressive, grâce à la capacité d'apprentissage et d'auto-adaptation de l'IA, se ferait au fur et à mesure de l'augmentation du nombre de paramètres cliniques enregistrés dans la banque de données. En médecine l'analyse de ces volumes massifs de données (Big Data) est déjà rendue possible par de nouvelles manières de les traiter car les moyens classiques ne savent pas les gérer. Il reste encore un travail considérable à accomplir pour finaliser et optimiser ces possibilités, mais nous sommes en bonne voie...

MORPHOLOGIE ET FONCTION DES MAMMIFÈRES

Chapitre 4

Au début du premier article (d'Amico 1958 N°1), il est apparu un point de désaccord entre G. Black et A. d'Amico concernant le modèle de fonctionnement de l'homme, soit omnivore pour Black, soit carnivore frugivore pour d'Amico.

Pour essayer de déterminer qui a raison, il est utile de faire un rappel des principaux modèles de fonctionnement dento-articulaire des mammifères actuels et d'établir une comparaison avec celui des anthropoïdes et hominidés. En prenant en compte:

- leur capacité à préparer le bolus dans la cavité orale puis à le digérer et à l'assimiler
- et la façon dont ces modèles ont été sélectionnés par l'évolution depuis la crise du crétacé-tertiaire.

Il a été possible de proposer une explication cohérente et argumentée au déclenchement de la crise du crétacé-tertiaire, il y a 65,5 Ma. Elle a principalement été provoquée par la chute d'une météorite de plus de 10 km de diamètre, dont la puissance d'impact a projeté dans la haute atmosphère une énorme quantité de matière, responsable d'une limitation temporaire presque totale de la photosynthèse. Ce qui a provoqué une extinction massive des espèces marines et terrestres dépendant de la photosynthèse. Les particules de poussière sont progressivement retombées et se sont déposées sur toute la surface terrestre émergée, en formant une couche d'argile (limite K-T) comportant un taux élevé et anormal d'iridium, caractéristique de certaines météorites. La biodiversité est présente dans la couche précédente, mais il y a absence de fossiles dans cette couche limite et la couche supérieure suivante. L'énergie cinétique énorme libérée lors de l'impact a fragilisé et fissuré la croûte terrestre et a sans doute été responsable d'une recrudescence très importante du volcanisme, partiellement responsable de la disparition d'environ 75% des espèces.

A la suite de cette crise qui a provoqué l'extinction des grands dinosaures, une nouvelle diversité évolutive s'est installée à partir de petites espèces. En ce qui concerne les mammifères survivants, ils se sont diversifiés à partir de petits mammifères placentaires, nocturnes à 44 dents. Ces petits mammifères modernes de la taille d'une souris, ont pu survivre grâce à leur capacité omnivore, car ils ont pu manger l'herbe, dans les niches laissées libres par la disparition brutale des grands dinosaures herbivores, suivie par celle des carnivores. Sigogneau-Russel (1991) décrivent la formule dentaire de Kennalestes, Asiorictes, une de ces espèces omnivores à 44 dents, 3I, 1C, 4P, 3M. A ce sujet, Granat (2001) écrit que cette formule dentaire est à l'origine de celle de tous les mammifères placentaires actuels, donc des primates.

Une deuxième étape de radiation-diversification s'est produite il y a 34 Ma (Sherwood-Romer 2009) au moment de la grande coupure, une crise climatique majeure qui a vu la séparation du continent Antarctique, de l'Australie et de l'Amérique du Sud. Cette événement a provoqué la sélection de la majorité des espèces encore présentes aujourd'hui.

Celles qui ont conservé des molaires tribosphéniques ont généralement gardé des caractéristiques omnivores. D'autres ont évolué vers des modèles strictement carnivores, herbivores ou rongeurs, ou avec des caractéristiques intermédiaires en fonction des niches écologiques qu'elles ont occupées ou qu'elles occupent encore aujourd'hui (Le Gall et Lauret 2008, 2011, Chapitre 3):

- **les carnivores à champ fonctionnel vertical et 1 degré de liberté articulaire**
- **les herbivores à champ fonctionnel frontal et 2 degrés de liberté,**
- **les rongeurs à champ fonctionnel sagittal et 2 degrés de liberté articulaire,**
- **les modèles omnivores, dont ceux à molaires tribosphéniques,** avec 3 degrés de liberté articulaire, optimisés par la présence d'une main capable de porter les aliments à la bouche et de les y introduire, grâce à une incision spécifique.
- **Cependant de très nombreux modèles de fonctionnement ayant existé ou encore présents aujourd'hui, bénéficient de caractéristiques intermédiaires.** Certains ont été éliminés puis sélectionnés à nouveau dans d'autres lignées et/ou à des époques différentes (par exemple: les dents de certains dinosaures herbivores qui sont similaires à celles les herbivores actuels).

A- LES CARNIVORES

1. Cinétique articulaire

Les mammifères carnivores possèdent un seul degré de liberté dento-articulaire permettant l'ouverture et la fermeture verticale de la cavité buccale. Les articulations sont allongées transversalement et ne permettent que la rotation (Figure 4-22).

2. Morphologie dentaire et spécificités des modèles (Figures 4-20,4-21)

La limitation antéro-postérieure est assurée par :

- les articulations charnières,
- le calage/verrouillage antérieur des canines mandibulaires contre les incisives latérales maxillaires: (Chapitre 3 in Le Gall et Lauret 2011)

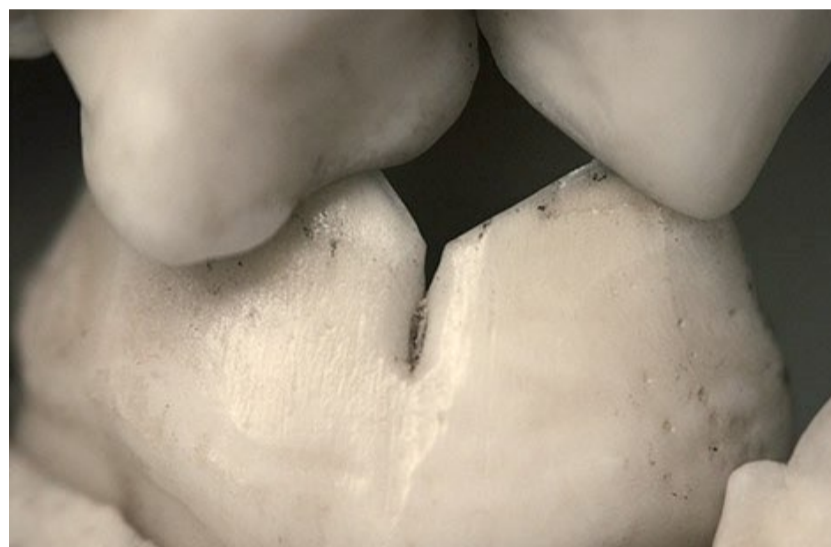
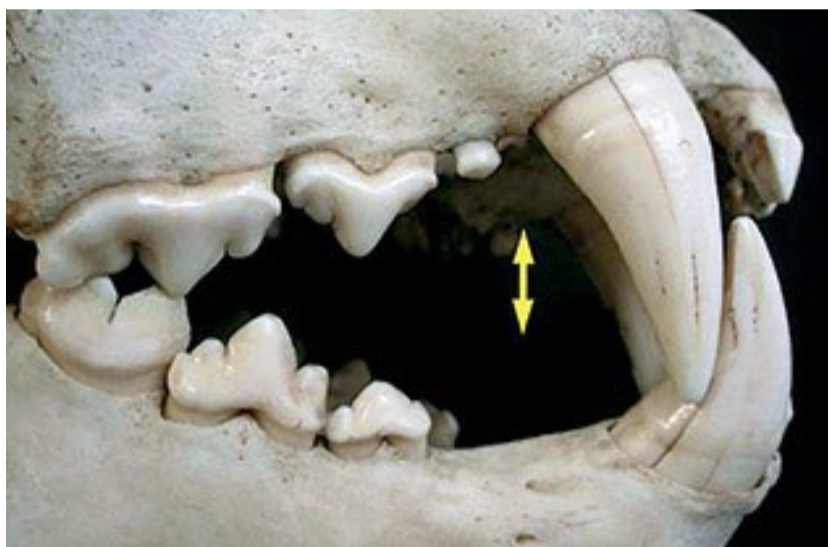


Figure 4-20, *Système dento-articulaire d'une jeune lionne (Coll. De Ramecourt, Le Gall)*

4-20 Les canines se comportent d'abord, comme des crochets de capture et de mise à mort de la proie, et permettent ensuite, son démembrement sommaire, aidées par l'action des dents carnassières dont l'efficacité est redoutable. Les canines des mâles sont bien plus longues. 4-21 Auto-affûtage cisailant et verrouillant des carnassières. (Le Gall et Lauret 2008)



Figure 4-22a Les articulations ne peuvent effectuer qu'une rotation. L'ouverture et la fermeture sont canalisées dans le plan sagittal par un déterminant dentaire vertical et par l'allongement transversal des deux articulations (comme des paumelles de portes), qui interdisent tout mouvement transversal en diagonale.

Figure 4-22b C'est un véritable axe charnière, très différent du modèle humain.

La limitation transversale est assurée par:

- d'une part les rapports de fermeture très précoces des canines et surtout l'occlusion très engrenée des carnassières et des canines, qui interdisent tous les mouvements transversaux.
- et d'autre part les deux axes charnières articulaires très allongées transversalement qui interdisent les mouvements en diagonale.

Cet appareil dentaire acéré est adapté à la capture et la retenue de proies fuyantes, et à leur mise à mort, assurée par des canines très longues et acérées se comportant comme de véritables crochets préhensiles. Le démembrement, l'arrachement et la dilacération sommaire des victimes et des pièces carnées est en partie assuré par les canines mais surtout par le cisaillement vertical des carnassières agissant comme des ciseaux. Leur efficacité est amplifiée par la confrontation des pointes de cuspidés, en forme de lames triangulaires, s'affrontant en glissement diagonal, dans le plan sagittal. La préparation physique de la proie est réduite et rapide, sans mastication réelle, avant sa déglutition, pour éviter la convoitise d'autres prédateurs. L'essentiel de sa digestion est chimique, elle est facilitée par la présence de sucs gastriques puissants dont le PH est de l'ordre de 1, inférieur à 2.

On note la présence de facettes d'usure au niveau des canines, des incisives et sur les zones de glissement vertical des carnassières opposées, indiquant un auto-affûtage fonctionnel de ces dernières (Figure 4-21).

L'action de cisaillement des carnassières est d'une efficacité redoutable. Certains carnivores comme les hyènes arrivent même à fracturer des os avec elles.

Ce modèle très spécialisé, efficace et rapide est inadapté à la mastication, donc à la préparation buccale des nourritures végétales fibreuses, abrasives et pauvres en protéines, car il n'y a aucune composante transversale d'écrasement capable de broyer la paroi en cellulose des cellules, pour en digérer le contenu. Même la digestion des polysaccharides comme l'amidon cru est difficile et incomplète chez des mammifères carnivores domestiques, comme le chien (Champ Martine 1985; Grancher Denis 2009). Par contre, ce n'est pas le seul modèle qui permette la préparation, l'ingestion et la digestion de nourriture carnée. La viande est un aliment facile à digérer par un système digestif non spécialisé.

B- LES HERBIVORES

1. Cinétique articulaire

Les mammifères herbivores possèdent deux degrés de liberté dento-articulaire permettant l'ouverture et la fermeture de la cavité buccale, ainsi que les mouvements transversaux. En fonctionnement herbivore, les mouvements antéro-postérieurs ne sont pas possibles.

2. Morphologie dentaire et spécificités des modèles

Exemple: modèle de fonctionnement des équidés (cheval du Poitou). Figures 4-23 à 4-26).

La limitation antéro postérieure est assurée par:

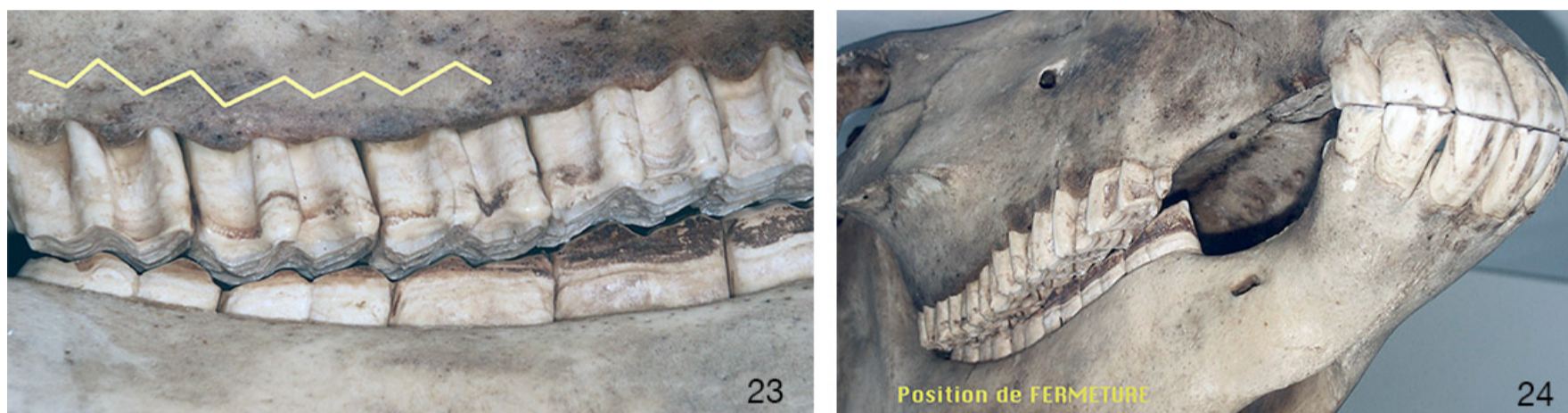


Figure 4-23 Système dento-articulaire du cheval (Le Gall et Lauret 2008-2011).

Dans le plan sagittal, notez l'aspect en zigzag des relations occlusales, qui interdit tout mouvement antéro-postérieur.

Figure 4-24 En position de fermeture centrée, la mandibule de largeur réduite, est décalée médialement de façon symétrique. Lors de la fermeture, les incisives sont en bout à bout marqué, mais les contacts inter-maxillaires postérieurs sont réduits.

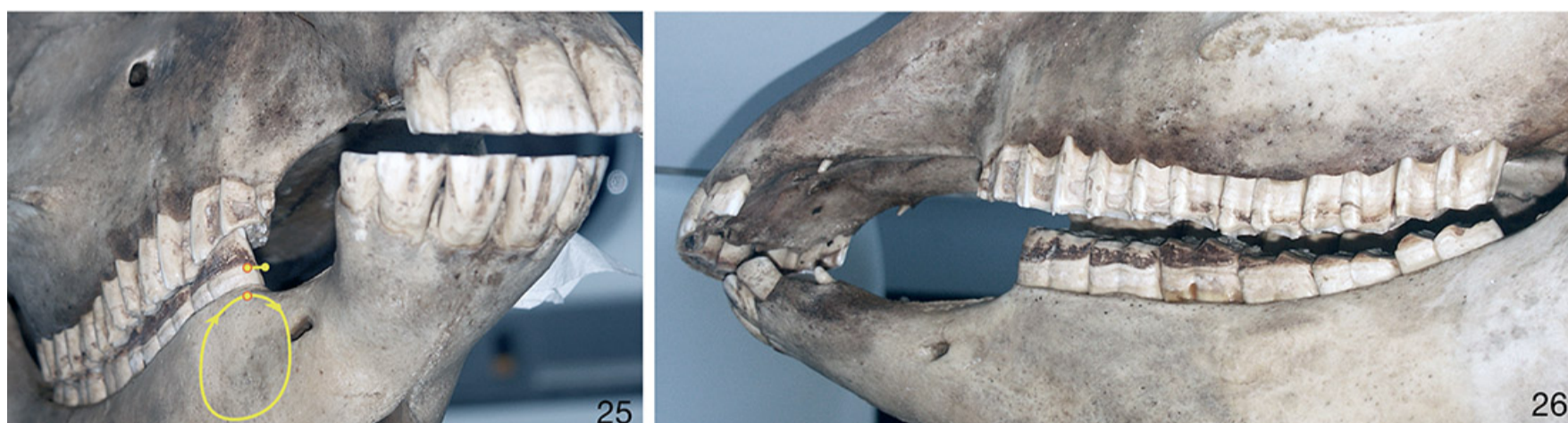


Figure: 4-25,4-26 Léger déplacement centrifuge met les molaires du côté triturant dans une position d'intercuspitation maximale unilatérale (Figure 4-25)

-en provoquant la désocclusion des incisives (Figure 4-25)

-et des prémolaires et molaires du côté non triturant (Figure 4-26).

C'est autour de cette "occlusion maximale unilatérale" que se développent les cycles masticatoires, sans contacts occlusaux du côté non mastiquant (Figure 4-26).



Figure 4-26b *Les articulations en forme de dôme canalisent les mouvements dans le plan frontal et limitent l'ouverture.*

-les tables occlusales postérieures qui montrent, dans le plan sagittal, des rapports d'occlusion en accordéon, bloquant les mouvements antéro-postérieurs et canalisant les mouvements transversaux des cycles masticatoires, dans des rails en forme de V (Figure 23).

En position de fermeture, on observe le décalage frontal des relations inter-maxillaires, la mandibule se situant de chaque côté en position interne décalée, avec des relations inter-incisives en bout à bout marqué.

-les articulations temporales ont une forme de "dôme" sagittal accentué qui ne permet pas les déplacements antéro-postérieurs, mais elles sont libérées transversalement avec, comme dans le cas du cheval, une ouverture verticale limitée (Figure 4-26b). Ce système dentaire est adapté à la dilacération et l'écrasement minutieux d'une nourriture herbacée pauvre en protéines et de surcroît abrasive, car la cuticule de l'herbe contient des phytolithes.(Figure 3-6) L'usure accélérée des faces occlusales est compensée par la présence de dents à croissance continue. Le mouvement antéro-postérieur d'incision n'étant pas possible, la préhension de



Figure 4-27a (Musée zoologique, Strasbourg France). *Vue d'une configuration apparentée chez un cervidé. Les rails ont une section triangulaire similaire à celle de dryopithecus.*

Figure 4-27b (Musée zoologique, Strasbourg France). *Vue perspective du glissement des rails mandibulaires en "accordéon", dans leurs antagonistes maxillaires. C'est cette relation dynamique, indirecte puis directe à travers le bol qui donne son efficacité au modèle.*

l'herbe est effectuée par une section arrachement directe des brins d'herbe par les incisives en bout à bout, car un déplacement latéral les mettrait immédiatement en désocclusion. L'originalité de ce modèle réside dans le fait qu'en position de fermeture sagittale centrée, les tables occlusales postérieures mandibulaires sont en décalage médial marqué avec leurs antagonistes maxillaires (Figure 4-24). Lors de la mastication un petit déplacement médio-latéral de la mandibule, vers le côté mastiquant, met les tables occlusales en rapports d'occlusion maximale unilatérale et provoque la désocclusion des dents du côté non mastiquant et des antérieures (Figures 4-25, 4-26). C'est autour cette position décalée latéralement que s'effectuent les cycles de mastication, **sans contacts entre les molaires du côté non mastiquant et entre les incisives.** Les tables occlusales postérieures présentent des circonvolutions d'émail, à motifs variés, séparées par des zones de dentine s'usant plus rapidement par attrition et biocorrosion. Cette configuration est auto-entretenue par croissance continue des dents. L'usure différentielle des tables occlusales permet aux dents de se comporter comme des râpes très abrasives qui cassent et écrasent les fibres végétales de cellulose, composant la paroi des cellules, pour faciliter la digestion de leur contenu. Certains herbivores sont des brouteurs d'herbe (Rhinocéros blanc), d'autres sont des folivores, brouteurs de feuilles (Rhinocéros gris). Il existe un nombre important de modèles apparentés

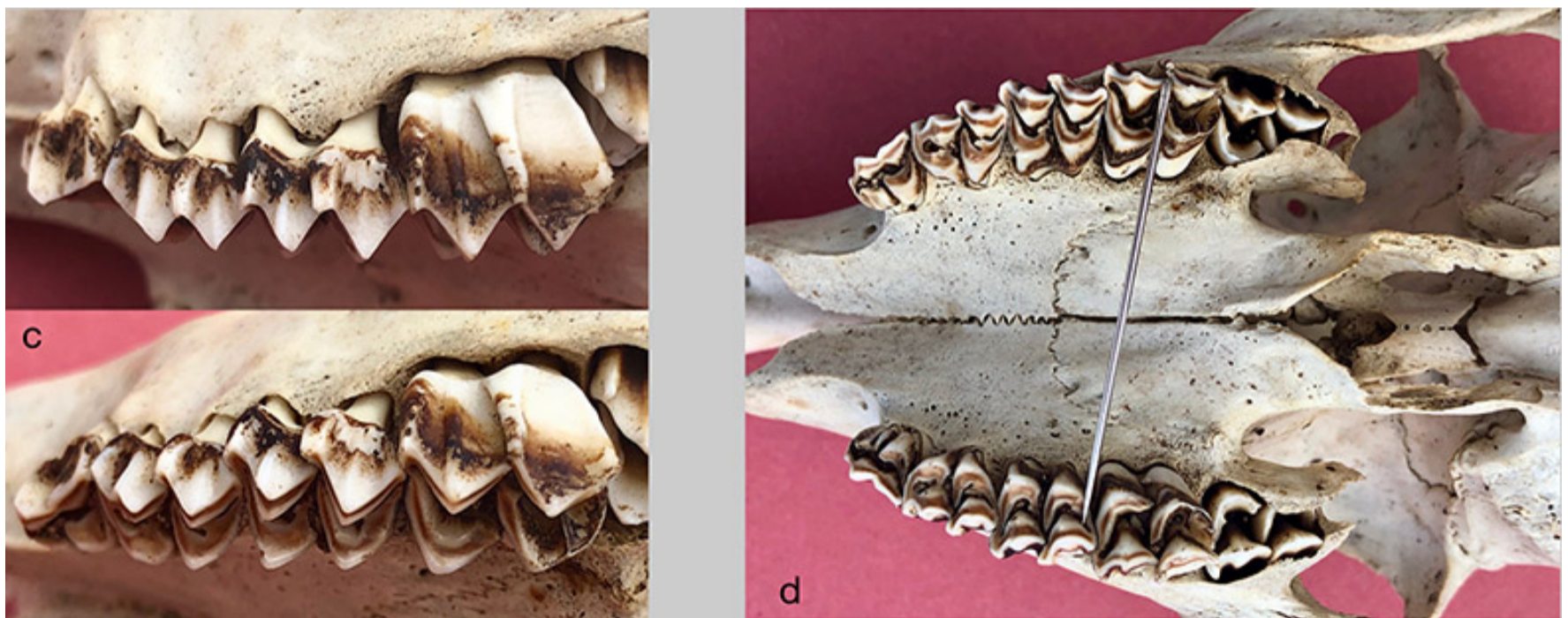


Figure 4-27c (Chevreuil Européen (Kerven, 29140 Melgven F). L'alignement des surfaces de guidage qui constituent les rails est notable en vue axiale et en perspective.

Figure 4-27d Les rails d'un même côté sont parallèles et rectilignes avec une orientation légèrement diagonale, disto-mésiale. Même dans ce cas, où l'angulation est faible, les rails des côtés mastiquant et non mastiquant, ne peuvent pas être engagés simultanément. Donc la mastication ne se fait pas en occlusion balancée.

(Figure 4-27). D'autres, comme les éléphants de savane africaine actuels, disposent de germes de remplacement lorsque la table occlusale de leur unique molaire est usée.

La digestion des glucides, comme l'amidon, est généralement réalisée par des enzymes endogènes et pour la cellulose, par les enzymes exogènes d'une microflore spécifique (Champ, 1985). Les herbivores n'ont pas tous la capacité à digérer directement la cellulose. Chez les monogastriques sa dégradation préalable, longue et consommatrice d'énergie, est réservée à certains herbivores spécifiquement adaptés, comme le paresseux et le panda. Chez les ruminants, comme les bovins, l'ingestion immédiate de l'herbe dans un organe spécifique, le rumen, permet la dégradation plus rapide de la cellulose, avant sa régurgitation et sa mastication secondaire (ruminantion), suivie de sa digestion dans l'appareil digestif habituel.

C- LES RONGEURS

1. Cinétique articulaire

Les rongeurs et les lagomorphes font partie du groupe des glires, qui possèdent généralement une double capacité. En plus de l'ouverture et de la fermeture ils peuvent être soit rongeurs en mouvements antéro-postérieurs, soit herbivores en mouvements transversaux, mais pas simultanément. Ils possèdent des surfaces articulaires souvent plus complexes, car adaptées à cette double possibilité.

2- Morphologie dentaire et spécificités des modèles

La préparation des nourritures végétales très dures est facilitée par la capacité de rongement qui sert aussi à d'autres usages, comme couper le bois pour le castor, ou creuser ses galeries pour le rat-taupe.

Concernant le lapin, la position d'occlusion sagittale met les arcades en rapports d'occlusion décalés dans le plan frontal, de façon semblable aux équidés (Figure 28). A partir de cette position deux types de programmes fonctionnels sont possibles, mais ne peuvent pas être réalisés simultanément (Le Gall et Lauret 2011) :

- Soit l'ouverture et la mise de la mandibule en antéposition, pour effectuer le rongement en rapports incisifs inversés ou non (Figure 29). Cette fonction est réalisée par des glissements et des frottements entre les deux incisives centrales maxillaires et leurs deux antagonistes, à croissance continue. Ces mouvements sagittaux alternatifs, sont accompagnés par le déplacement de la partie postérieure des têtes condyliennes allongée dans le plan sagittal (Figure 4-28b). Dans cette fonction, les mouvements transversaux ne

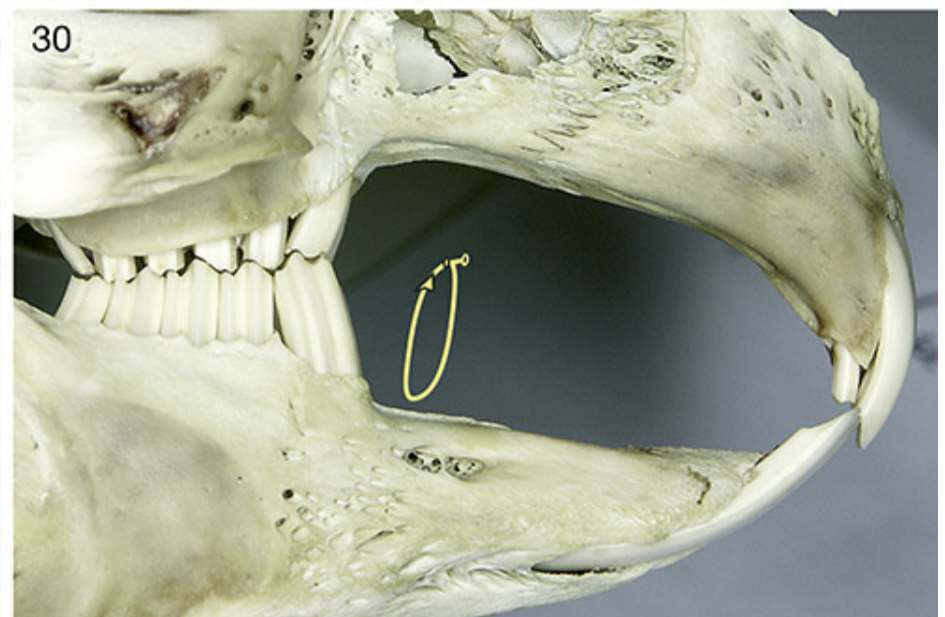


Figure 4-28 (Le Gall et Lauret 2008-2011).

Les condyles mandibulaires sont orientés longitudinalement. La surface articulaire maxillaire est réduite à un simple support arciforme. En occlusion symétrique, notez le décalage externe des molaires maxillaires par rapport aux mandibulaires. Ce qui permet, en mode herbivore, de décaler la mandibule vers le côté mastiquant en mettant le côté non mastiquant en désocclusion (comme pour le cheval), mais avec un recouvrement incisif antérieur pendant la mastication et des contacts inter-incisifs, y compris sur les incisives palatines.

Figure 4-29 Le rongement s'effectue dans une position en propulsion, en rapports incisifs inversés ou non. Cette antéposition met les molaires en désocclusion pendant le rongement, réalisé entre les incisives.

Figure 4-30 Lors de la mastication, la mandibule recule et peut se mettre en occlusion unilatérale décalée soit à droite soit à gauche (comme le cheval). Dans ces conditions le côté non mastiquant se met en désocclusion et permet la mastication sans contact de ce côté. Chez le lapin, lors de la mastication, il y a un guidage d'accompagnement antérieur, au niveau des 2 incisives palatines et du cingulum des 2 incisives vestibulaires.

sont pas possibles. Le rongement est très souvent associé à la capacité herbivore, comme c'est le cas pour le lapin domestique (lagomorphe: rongeur possédant 2 incisives centrales supplémentaires, en position palatine).

- Soit l'ouverture et le décalage transversal de la mandibule vers le côté mastiquant, afin de mettre ce secteur postérieur en intercuspidation maximale unilatérale (Figure 30) et le



Figure 4-29b Pendant la fonction de rongement, en position propulsée, les mouvements transversaux ne sont pas possibles. La partie longitudinale arrière du condyle mandibulaire glisse contre la racine transverse de l'arcade zygomatique, dont la forme canalise son déplacement dans le plan sagittal.

Figure 4-30b Pendant la mastication frontale herbivore, la mandibule recule. C'est la partie antérieure de la surface articulaire du condyle mandibulaire, appuyée contre l'arrière de la zygoma, qui accompagne les rapports transversaux d'occlusion molaires, canalisés transversalement par des rails en accordéon. Cette coordination interdit tout mouvement de propulsion pendant la mastication.

secteur controlatéral en désocclusion. A partir de cette position, la mastication, guidée par les rails transversaux des molaires, devient possible de ce côté, accompagnée par un glissement frontal entre les incisives. La canalisation transversale des guidages interdit les mouvements antéro-postérieurs et les contacts du côté non mastiquant, car les rails des deux côtés ne sont pas parallèles. Dans ce contexte, c'est la partie antérieure du condyle mandibulaire, en forme de "chapeau chinois" arrondi, qui accompagne le mouvement transversal des cycles de mastication.

Le modèle du lapin domestique illustre de façon très démonstrative l'adaptation de l'anatomie et des mouvements articulaires à la cinématique fonctionnelle imposée par la forme des dents. Le condyle du temporal est réduit à une simple arche transversale, en accent circonflexe arrondi, constituée par la racine transverse du processus zygomatique. Elle répond ainsi, sur toute sa longueur, à la forme arrondie, du condyle mandibulaire.

Une forme d'articulation différente et adaptée correspond donc à chacune des deux fonctions dentaire. Lors du rongement, c'est la partie postérieure du condyle mandibulaire étroite et allongée sagittalement qui se déplace longitudinalement dans la partie la plus haute du condyle temporal. Lors de la mastication, c'est la partie antérieure du condyle large et développée frontalement qui se déplace transversalement le long de la partie postérieure de l'arche temporale (voir Le Gall et Lauret 2011 p 137-138).

L'usure accélérée des surfaces dentaires fonctionnelles est compensée par la croissance continue des dents.

l'Agoutis est un rongeur semblable avec la double capacité:

- rongement dans le plan sagittal avec antéposition des incisives mandibulaire,
- alors que les dents postérieures ont un mode de mastication unilatéral transversal, de type herbivore. La simple observation des faces occlusales montre bien que les rails de guidages occlusaux de la mastication ne sont pas parallèles entre les deux côtés. Leur orientation diagonale indique clairement qu'ils ne peuvent pas fonctionner en occlusion "balancée" avec les rails engagés simultanément des deux côtés (Figure 4-31).



Figure 4-31.

*- Agoutis: rongeur en fonctionnement antéro-postérieur,
- herbivore en fonctionnement postérieur transversal. Les rails occlusaux postérieurs ne sont pas parallèles, ils ont une orientation diagonale marquée et ne peuvent pas fonctionner en occlusion balancée, avec des rails engagés simultanément des deux côtés. (Ce qui pourrait se produire si les dents étaient usées à plat, sans rails et/ou ne bénéficiaient pas d'une croissance continue, comme le sont*

parfois des dents humaines, dont les faces occlusales se sont progressivement dégradées et aplanies).

D- LES OMNIVORES ET LEUR ÉVOLUTION

Certaines espèces ont divergé du modèle originel, d'autres ont plus ou moins conservé ou amélioré les caractéristiques omnivores héritées de ce modèle. Nous nous limiterons à un seul exemple avant d'aborder les hominidés.

1- Non tribosphéniques, les phacochères (Figures 4-32, 4-33)

a. Morphologie dentaire et spécificités

Le modèle du phacochère omnivore est intéressant. Il n'a pas de molaires tribosphéniques, mais possède des tables occlusales d'herbivore, à croissance continue, qui sont plates, car sans rails transversaux de guidage, avec deux degrés de liberté dento-articulaire. En l'absence de canalisation postérieure, les canines délimitent à elles seules, de façon incontournable,

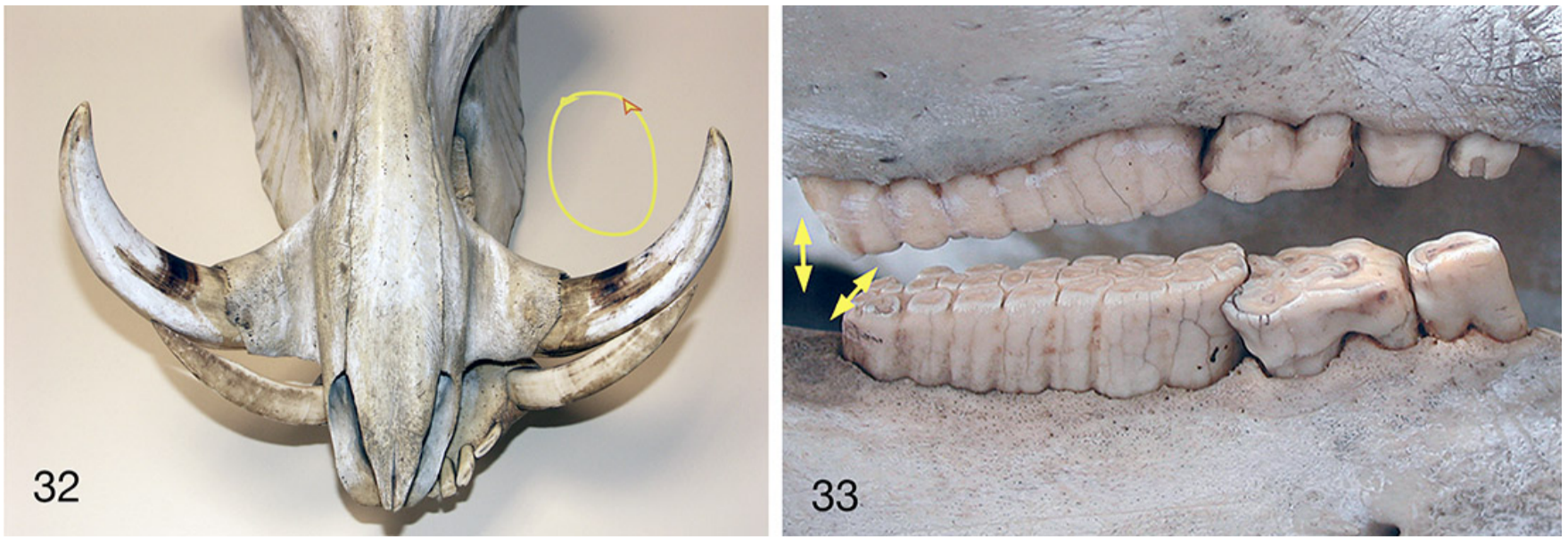


Figure 4-32, 4-33: *phacochère mâle*.

4-32 Les canines mandibulaires des phacochères sont affûtées par les glissements fonctionnels contre les canines maxillaires en interdisant le recul mandibulaire.

4-33 Les faces occlusales des molaires à croissance continue sont plates avec une usure différentielle entre émail et dentine. (Collection. de Ramecourt, Le Gall)

l'arrière du champ fonctionnel transversal (limite rétrusive), tout en réalisant l'auto affûtage des canines mandibulaires. Ces dernières sont très acérées et coupantes comme un rasoir, leur permettant d'assurer la défense en cas d'attaque et la recherche d'aliments enfouis dans le sol. Par contre, elles ne jouent pas le rôle de crochets rétentifs, comme chez les carnivores. Elles peuvent assurer la défense, mais pas la capture de proies vivantes et en fuite. Il existe un dimorphisme marqué, de la taille des canines, avec les femelles.

b. Morphologie articulaire et spécificités

Il n'y a pas de cavité articulaire crânienne, la surface fonctionnelle est totalement plate et allongée transversalement. Les phacochères sont adaptés à la digestion et l'assimilation d'un régime alimentaire omnivore. Ce modèle simple, à faces occlusales plates, bénéficie d'une bonne régénération. Il fonctionne en protection canine, mais ce n'est pas le modèle de fonctionnement des hominidés qui est beaucoup plus complexe.



Figure 4-33b (Le Gall et Lauret 2011). La fosse articulaire maxillaire est inexistante et la surface articulaire transversale est plate. Tout le guidage transversal est assuré par les canines maxillaires. Les canines mandibulaires glissent contre elles, pendant la mastication, en s'auto-affutant. Elles servent à fouiller le sol pour la recherche de nourriture et d'armes de défense très efficace.

2- Tribosphéniques:

a- généralités, les simiens

Les simiens et plus particulièrement les hominidés, à molaires tribosphéniques, ont conservé la capacité omnivore du mammifère ancestral de 65,5 Ma. Depuis plus de 32 millions d'années ils associent une denture à 2 fois 16 dents (Coppens et Picq et coll 2000) à la présence d'une main préhensile capable de saisir, de préparer et de porter les aliments à la cavité buccale. La présence de cette main, capable d'assurer également la défense et remplaçant la préhension directe des aliments par le museau a certainement un élément déterminant de sa disparition progressive, alors que le grossissement du cerveau de la lignée humaine, changeait l'équilibre facial. Les hominidés ont la capacité omnivore: les grands singes et surtout l'homme dont le basicrâne s'est adapté aux sollicitations fonctionnelles variées dont il est l'objet (Picq et Lemire 2002): adaptation à la posture verticale, à la marche, au développement du crâne, à la respiration, à l'élocution, aux mimiques communicatives, mais également à son mode nutritionnel. Les hommes et les chimpanzés mangent de la viande, les gorilles se montrent très végétariens, mais mangent de la viande en cas de nécessité. La part de l'alimentation carnée dans leur régime alimentaire est donc très différente et fonction des ressources de l'écosystème, les hommes sont un peu plus carnivores que les chimpanzés et considérablement plus que les gorilles.

L'importance très variable de l'alimentation carnée dans le répertoire nutritionnel des humains fait partie de leurs stratégies de survie et d'expansion, mais pas de celles des chimpanzés et des gorilles (Coppens et col. 2000, Picq et Lemire 2002). Leur système digestif est capable de digérer les glyco-gènes de la viande, mais pas les os, seulement digérés par les carnivores dont le PH gastrique est de l'ordre de 1. De même, ils digèrent les fruits, les nourritures végétales et les amidons (avec cuisson pour certains), mais pas la cellulose nécessitant les enzymes d'une flore spécifique externes installée précocement dans le tractus digestif, ou la présence d'un rumen dédié à sa dégradation.

Les systèmes dento-articulaires des hominidés: gorilles, chimpanzés, bonobos, humains (systématique phylogénétique de Hennig 1966) dérivent d'un même ancêtre commun omnivore, vivant il y a plus de 7 Ma dans la savane arborée africaine (Picq et Lemire 2002). Depuis la spéciation, leurs évolutions parallèles se sont exprimées par certaines différences dans leurs caractéristiques anatomiques et fonctionnelles.

Nous étudierons un système, en le comparant au modèle humain:

b- Tribosphéniques: cas du gorille (Figures 4-34 à 4-39)

- Morphologie articulaire

L'anatomie articulaire est assez proche de l'anatomie humaine avec trois degrés de liberté, mais avec un processus postérieur limitant partiellement l'arrière du champ fonctionnel (Figure 4-38b).

- Morphologie dentaire et spécificités.

Le gorille présente des arcades de forme rectangulaire allongées sagittalement. Le museau est encore un peu présent, il facilite l'olfaction et la préhension directe des aliments.

Les canines positionnées dans les angles, sont situées en dehors de l'arcade. Elles ont un rôle fonctionnel plus réduit en occlusion et en cinématique dento-dentaire, comme chez les autres

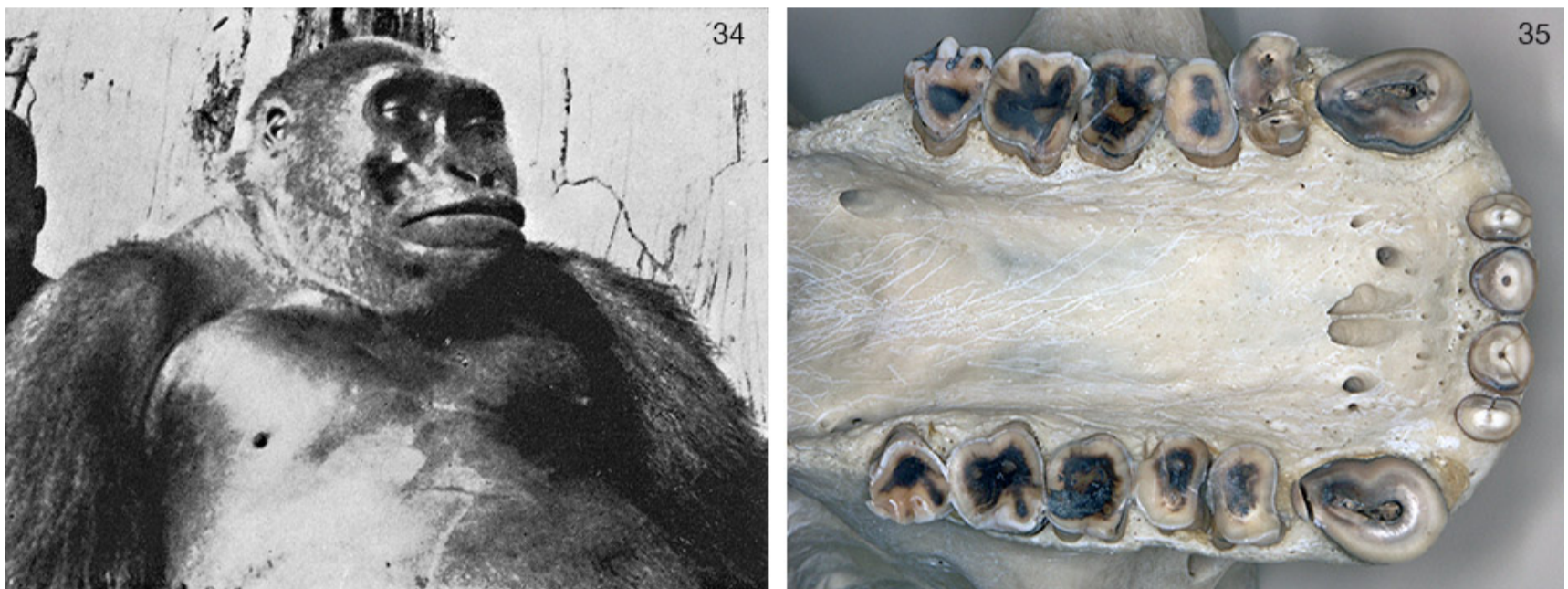


Figure 4-34 La photo et le crâne de ce gorille âgé, tué en 1930, proviennent de la collection des trophées de chasse de Gabriel de Ramecourt (1970). L'âge estimé de ce spécimen, par les indigènes, est d'une centaine d'années. En réalité, c'est probablement moins.

Figure 4-35 L'arcade maxillaire est de forme rectangulaire. Les abrasions fonctionnelles de toutes les dents sont très sévères. Les chambres pulpaire sont ouvertes, avec des pathologies apicales, sur beaucoup de dents.

singes, elles ont un rôle de préhension, de défense et d'intimidation. Leur dimension très importante chez les singes mâles polygames avec un dimorphisme marqué (Figure 3-8), diminue considérablement chez les singes monogames, avec un dimorphisme très réduit. **Leur taille est la conséquence de leur rôle associé dans la compétition sexuelle avec les autres mâles** (Tomes 1882, Coppens, Picq et al 2000 ; (2), Picq 2010).

Les molaires ont une anatomie occlusale cuspidée complexe, un peu différente de l'anatomie humaine. Le spécimen mâle très âgé de notre collection, (Figure 4-34), présente une attrition

occlusale extrêmement importante, résultant de contacts occlusaux glissants. L'orientation et la mise en relation dynamique des secteurs postérieurs montre une cinématique fonctionnelle

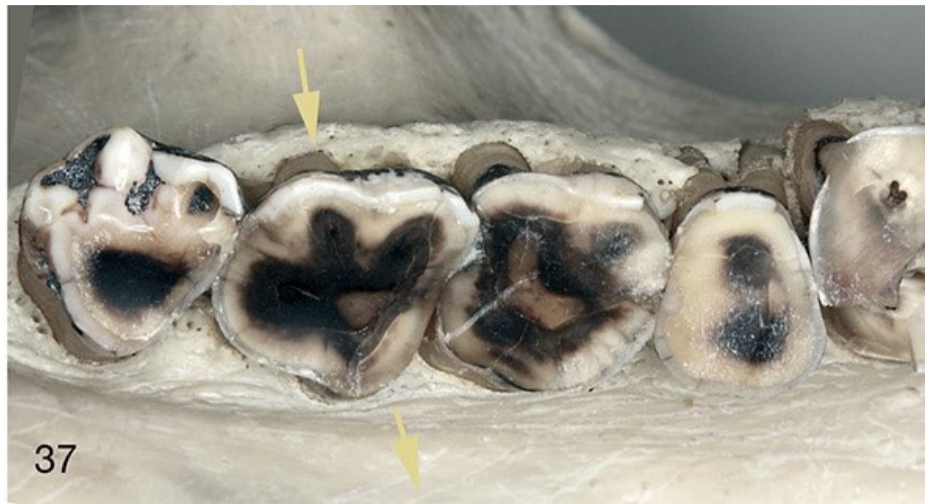


Figure 4-36, 4-37 Abrasions par attrition présentant un aspect lisse, indiquant une usure par contact direct et glissements fonctionnels entre les antagonistes.



Figure 4-38 Les facettes antérieures ne se coaptent pas, elles résultent de fractures anciennes pour les canines et de l'interposition de corps étrangers ou d'aliments durs pour les incisives.

Figure 4-38b La partie postérieure des fosses temporales présente un processus de limitation postérieure de l'entrée de cycle de mastication. Les guidages dentaires (anti recul) totalement usés ne permettent plus d'assurer la protection des surfaces articulaires. Il existe une lésion osseuse importante résultant du contact direct entre l'arrière de la tête condylienne gauche et le processus postérieur.



de type humain, frontalisée avec une résultante diagonale montrée par l'orientation des pistes d'abrasion (Figures 4-35, 4-36, 4-37). C'est probablement la preuve que ce spécimen forestier ne s'est pas limité à la consommation de fruits, très peu abrasifs, mais a également mangé beaucoup d'herbacés et/ou de feuilles très abrasives.

Les abrasions du secteur antérieur n'ont pas trouvé d'explication par un contact dentaire direct, car les facettes ne se coaptent pas (Figure 4-38). Leur aspect arrondi et lisse suggère l'interposition de nourritures végétales abrasives et dures. ou pour certaines, comme les canines mandibulaires avec des fractures très anciennes, résultent probablement de combats entre mâles, suivis d'une usure secondaire.

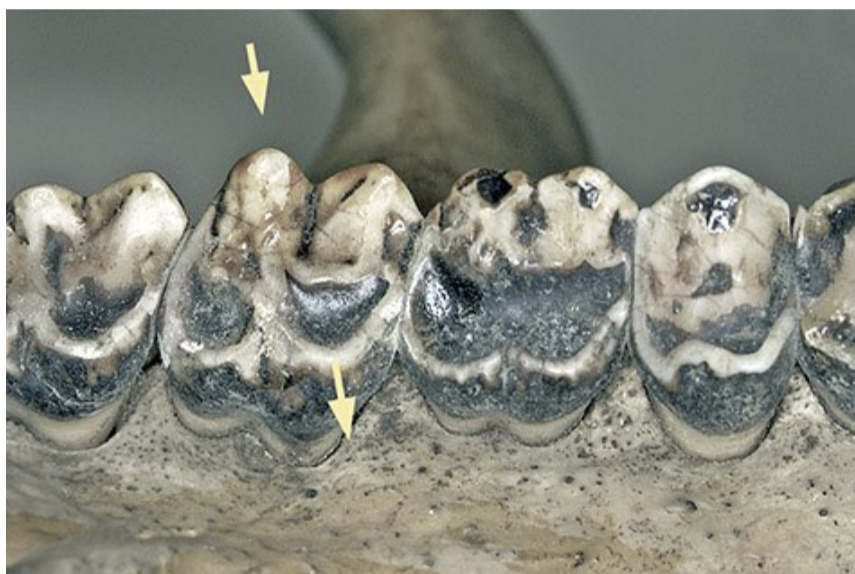


Figure 4-39 Entrées et sorties dentaires des cycles de mastication droits, chez un autre gorille moins âgé. Sur les cuspides maxillaires, les versants internes d'entrées de cycles, montrent une attrition significative sur M1, P1 et P2, tandis que les sorties de cycles palatines de M1, présentent un aspect lacunaire et concave résultant d'une forte biocorrosion, ayant suivi une attrition préalable. Ce type d'érosion est également présent sur les sorties de cycle des M2, M3 et P2, P1.

Nous disposons d'un second crâne de gorille dont la forme est sensiblement différente du précédent. Il possède des grandes canines de mâle et une forme de crâne de femelle. Il appartient peut être à une espèce différente. L'observation des dents, montre des guidages transversaux proches du type humain avec une attrition modérée des versants d'entrée de cycle et une bio-corrosion particulièrement importante sur les versants d'écrasement de sortie de cycle (Figure 4-39). Leur usure lacunaire de forme concave résulte de l'action conjuguée de composants chimiques du répertoire alimentaire: fruits et aliments contenant de l'acide citrique ou autres. Ce qui montre bien que même un régime frugivore est capable de dégrader les surfaces dentinaires, par l'attaque d'acides naturels. Par ailleurs, les 2 gorilles présentent des pathologies infectieuses semblables à celles des humains: plusieurs kystes pour le premier, une fistule mentonnière pour le second. Le crâne d'un cercopithécidé babouin, un peu plus éloigné de la lignée humaine, montre une attrition modérée à importante au maxillaire et une destruction presque totale de l'anatomie occlusale des 2 premières molaires mandibulaires par usure, préalablement à une bio-corrosion très importante de la dentine exposée (Figures 4-40 à 4-44).



Figure 4-40 Cercopitécidé, babouin. Les canines maxillaires sont en appui symétrique sur la racine des P1, partiellement dénudées.

Voir les figures 3-10 et 3-11, du même spécimen.



Figure 4-41 maxillaire droit



Figure 4-42: mandibule droite

Figures 4-41, 4-42 L'attrition préalable de l'émail, a été suivie d'une bio-corrosion très importante de la dentine exposée des M1 et M2 mandibulaires et de M1 maxillaire. Seuls les couples M3 bénéficient encore de guidages fonctionnels équilibrés, faciles à coapter par manipulation.

Hormis le lapin domestique, les modèles de fonctionnement présentés ci-dessus sont ceux d'animaux vivant à l'état sauvage dans des conditions nutritionnelles naturelles beaucoup plus difficiles que celles des observations rapportées par d'Amico, sur les grands singes de parcs animaliers, dont le régime alimentaire est bien moins abrasif qu'à l'état sauvage, car les aliments y sont lavés et souvent cuits. C'est vraisemblablement pourquoi ils montrent des dégradations occlusales bien moindres qu'en milieu naturel. Les trois cas de simiens documentés montrent clairement qu'une attrition et une biocorrosion importante finissent toujours par atteindre les singes et grands singes actuels, vivants dans leur milieu naturel, en fonction du régime alimentaire ou du vieillissement. Leur régime frugivore, plus ou moins carnivore, mais certainement en partie herbivore ou folivore, en est responsable. (comme

l'indique le chapitre de D'Amico sur leur nutrition, N°1 1958 p. 15). Ils ont la capacité omnivore qu'ils utilisent en fonction des ressources de l'écosystème, dans la nature et en captivité.

L'observation de l'attrition et de la bio-corrosion de ces spécimens sauvages indiquent qu'elle est semblable à celle observée dans les lignées humaines primitives et qu'elle n'est pas si extra-ordinaire que le prétend d'Amico pour les hommes, mais qu'elle est la conséquence de la morphologie complexe et non régénérante, des dents tribosphéniques, associée à un régime agressif et au vieillissement.

Figure 4-43, 4-44 Attrition de M1 M2 P2, suivie par une bio-corrosion particulièrement importante.

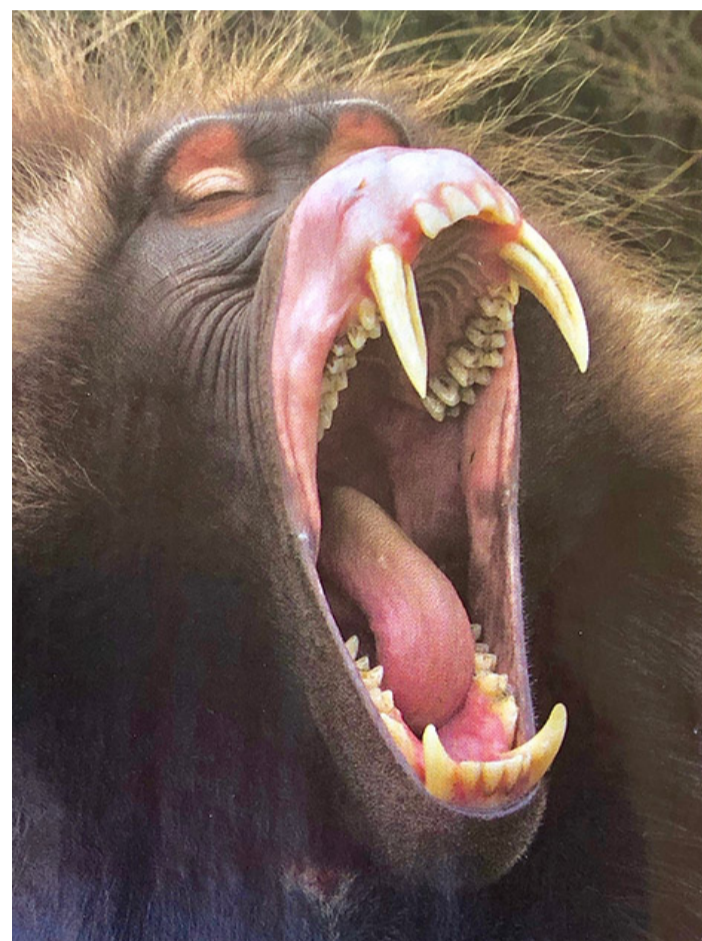
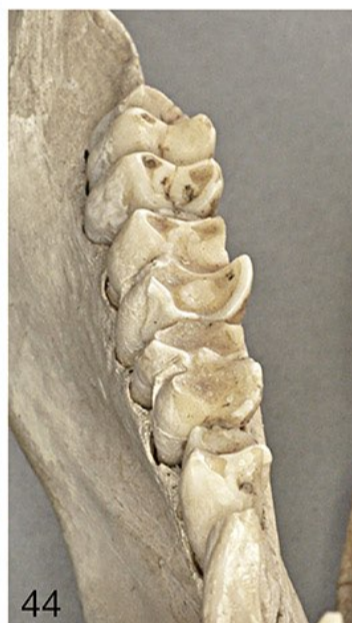


Figure 4-44b Jeune mâle theropithecus gélada, montrant une bonne intégrité dentaire. Ce modèle est très proche du babouin avec les P1 mandibulaires disto-versées

E- ANALYSE GÉNÉRALE DES MODÈLES DE FONCTIONNEMENT

Tous les mammifères très spécialisés bénéficient d'une efficacité fonctionnelle maximale dans les limites de leur modèle de fonctionnement et de leur écosystème, qu'ils ne peuvent généralement pas quitter. Leur modèle est parfaitement identifiable et le plus souvent régénérant. Il fonctionne de façon équilibrée et efficiente, en conservant ses caractéristiques initiales, mais dans un registre alimentaire limité.

Les hominidés et l'homme ont également un modèle de fonctionnement parfaitement identifiable chez les jeunes adultes dont l'anatomie dentaire est intègre et il fonctionne en

mastication unilatérale, généralement alternée, sans contact du côté non mastiquant. C'est un point d'accord très clair avec D'Amico (1958 N°6 P199). Mais c'est un modèle non régénérant et au fur et à mesure de la dégradation de l'anatomie occlusale par usure et biocorrosion, il perd progressivement ses caractéristiques originelles, et une partie importante de son efficacité. Dans ces conditions, il existe souvent des contacts du côté non mastiquant des patients âgés. Mais ce mode de fonctionnement adaptatif et personnalisé n'a que très peu de points communs avec le modèle naturel initial et son efficacité optimale.

C'est peut être un inconvénient des modèles généralistes omnivores à dents tribosphéniques dont les faces occlusales trop complexes ne peuvent pas se régénérer correctement de façon simple et perdent progressivement par usure leurs caractéristiques et leur efficacité. Alors que les modèles spécialisés la conservent par croissance continue, ou remplacement des dents. La question se pose. Mais la réponse est déjà donnée par les articles traitant de la résolution des occlusions en bout à bout incisif, chez les aborigènes australiens par Jones (D'Amico 1958 N°4 et N°5). Les enfants élevés dans leur milieu ancestral avec un régime alimentaire extrêmement abrasif, même après cuisson, présentent une attrition très rapide de leurs faces occlusales et se mettent très tôt en bout à bout incisif. Alors que ceux élevés avec une nourriture occidentale bien nettoyée des particules abrasives externes et une alimentation végétale mieux cuite et plus molle, réduisant l'attrition par les abrasifs internes, montrent une usure dentaire bien plus tardive et conservent le recouvrement incisif. La démonstration pour le bout à bout vaut également pour les guidages molaires de mastication, qui conservent aujourd'hui, beaucoup plus longtemps qu'autrefois, leur anatomie fonctionnelle. Le contexte a encore évolué, car les techniques de collage, non mutilantes et fiables, permettent à présent la restauration aisée des volumes fonctionnels perdus.

A partir de l'analyse historique du modèle naturel de déglutition et de mastication de la lignée humaine, nous allons donc faire un point actualisé de ses caractéristiques et de la cinétique fonctionnelle de ce modèle, observées sur de jeunes adultes actuels. C'est un préalable indispensable, susceptible de donner des indications précises sur la façon de faire le diagnostic et sur les objectifs thérapeutiques à atteindre, en fonction de la situation et de l'importance des volumes fonctionnels à reconstruire.

L'HOMME ACTUEL: CARACTÉRISTIQUES

Chapitre 5

A- RELATION MANDIBULO-MAXILLAIRE RMM

Ce sont les dents et les articulations qui supportent les relations de la mandibule avec le massif crânio-facial. La croissance de l'appareil manducateur se réalise progressivement par une interaction entre les déterminants génétiques et les stimulations fonctionnelles, d'abord de la déglutition, puis de la mastication.

Où et comment situer l'Occlusion d'Intercuspitation Maximale (OIM) qui est la position naturelle de déglutition, autour de laquelle la mastication sera organisée? Ce choix doit se faire en accord avec la physiologie de l'étage inférieur de la face et de l'appareil manducateur, ce qui n'a pas toujours été le cas.

L'introduction de la Relation Centrée articulaire dans les années 1930 (Mc Collum 1939), a marqué le début d'une époque mécaniste, avec la définition d'un axe charnière articulaire et la conception d'articulateurs mécaniques de plus en plus complexes qui a suivi. Ces articulateurs étaient censés être des reproducteurs fidèles des rapports d'occlusion et de la cinétique mandibulaire et articulaire, à partir de la RC (Figures 3-17 à 3-19). Une partie de la terminologie et du rédactionnel de cette époque paraît aujourd'hui obsolète et baroque, comme les affirmations évoquant: "[Le réflexe de relation centrée](#)" qui serait contrôlé par les récepteurs musculaires et les mécano-récepteurs parodontaux, ou "[Les limites antéro-postérieures de la relation centrée](#)", qui seraient d'abord définies par les incisives temporaires.(d'Amico 1958 N°6 p199), ou encore des démonstrations incomplètes dans leur formulation et/ou non fondées: "[On ne peut pas être en désaccord avec l'explication de Moyer sur les réflexes neuro-musculaires, et nous ne pouvons pas non plus être en désaccord avec ses déductions sur la](#)

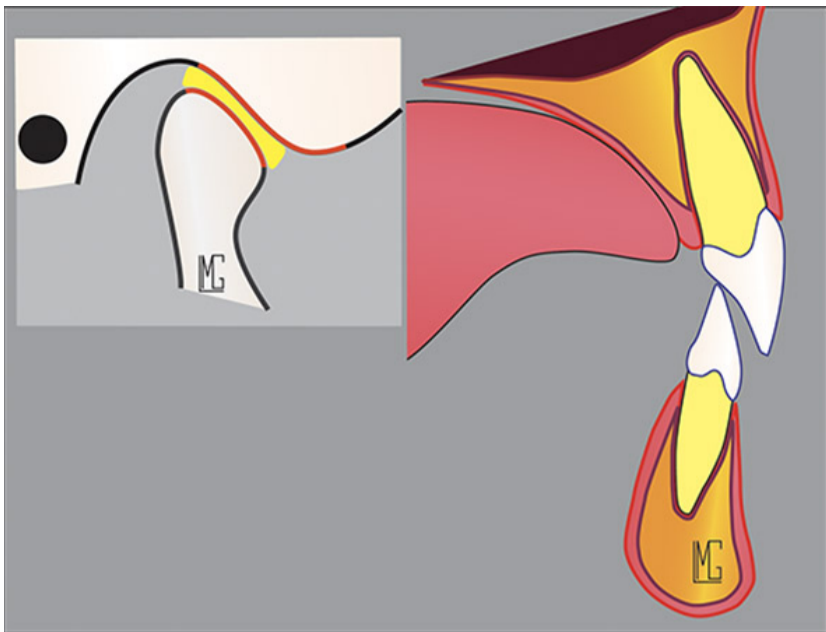


Figure 5-45

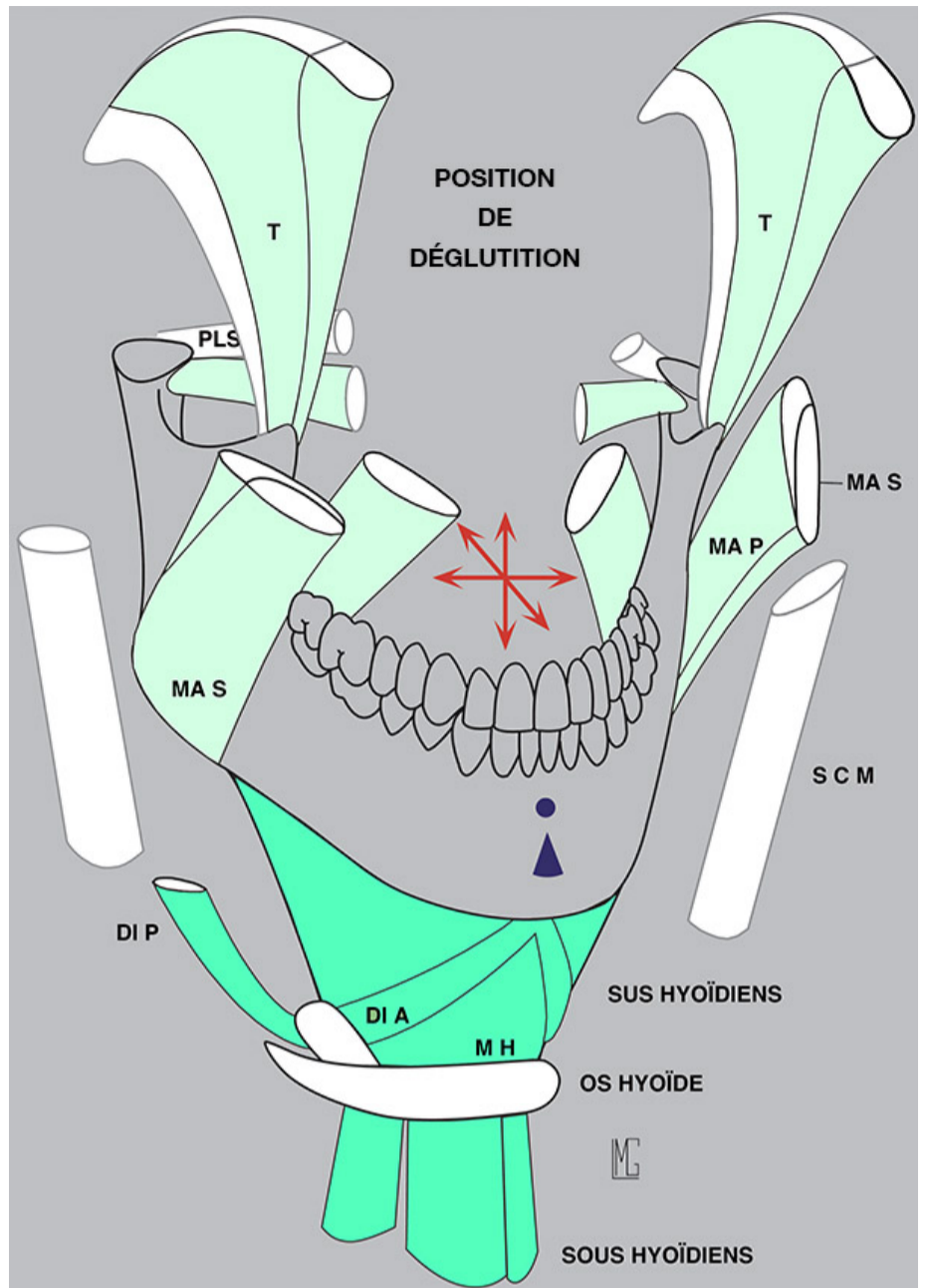


Figure 5-46

Figure 5-45, 5-46 Posture linguale. Schéma illustrant l'influence de la bonne posture linguale (haute, centrée en appui antérieur, au niveau de la papille médiane maxillaire) sur la position optimale des muscles de l'oro-pharynx, des muscles éleveurs et donc de la mandibule avant la déglutition.

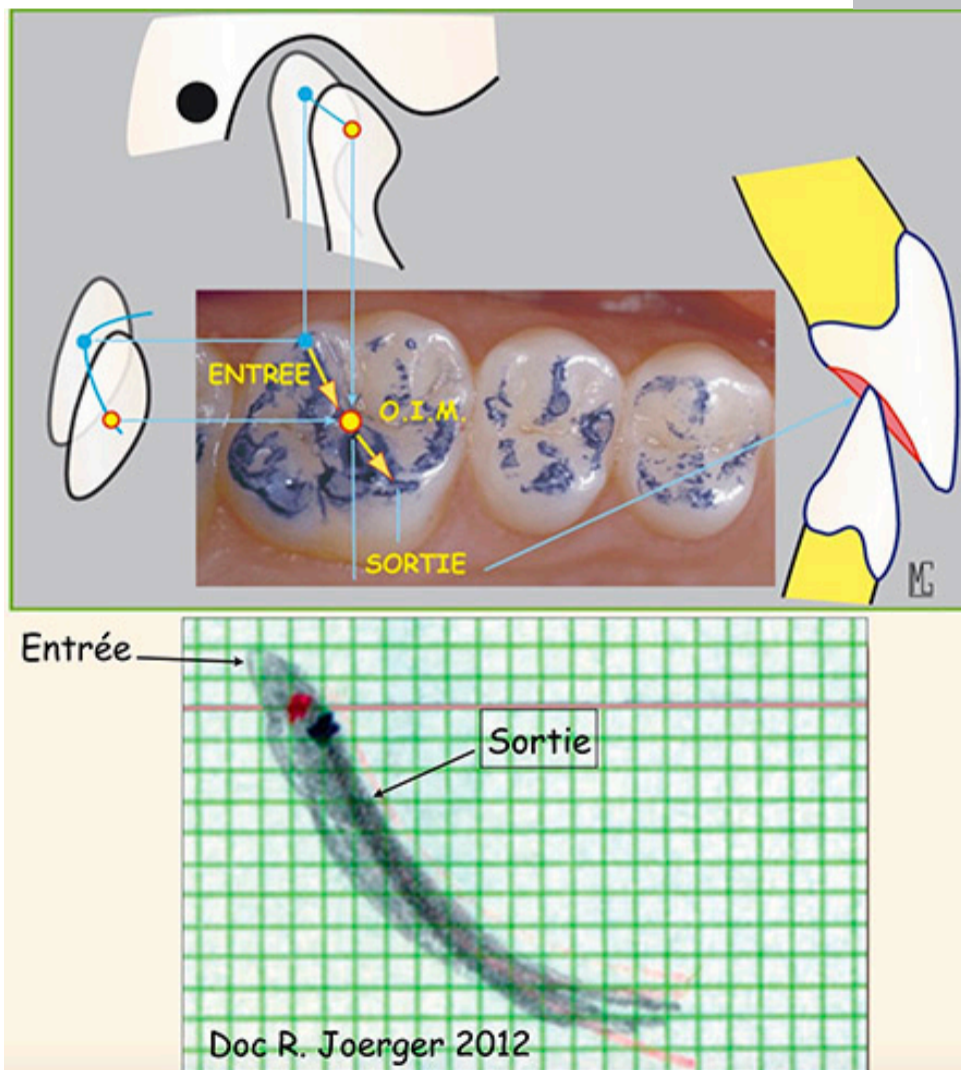


Figure 5-47a Axiographie de mastication. L'enregistrement des cycles indique clairement que la cinétique d'entrée de cycle a besoin d'un jeu fonctionnel en arrière de l'OIM. Lors de l'entrée de cycle, la mandibule vient d'une position latérale et postérieure à l'OIM. Elle glisse en avant et en diagonale vers l'OIM. Les faces occlusales inférieures se rapprochent progressivement des supérieures. Ce mouvement se réalise dans une enveloppe limite de guidage nécessaire à l'entrée de mastication qui est située en arrière de l'OIM et qui doit être respectée. Ce qui n'est pas le cas des différents concepts de RC proposés et qui sont tous situés au sein de cette enveloppe et en réduisent l'amplitude selon la position plus ou moins postérieure retenue pour la RC, alors que l'occlusion naturelle de déglutition plus antérieure respecte l'intégrité de cette enveloppe fonctionnelle.

façon dont la relation centrée de la mandibule a été établie pour la première fois”. (d’Amico 1958 /Moyers,1955.p199).

Cependant, la position de la langue et la déglutition, qui sont les principaux déterminants initiaux de la posture mandibulaire et de la relation mandibulo-maxillaire, sont totalement absentes de la réflexion, alors qu’ils auraient dû servir de fondement à la définition de la position de référence, (Figures 5-45, 5-46), en y associant d’abord le rôle des afférences proprioceptives de la région articulaire, complétées par celles du parodonte lors de l’émergence progressive des dents et de la finalisation de la forme des ATM. La conformation des articulations résulte donc des influences complémentaires de la posture de déglutition et de la cinétique de mastication imposée par les dents, dans le cadre des déterminants génétiques.

Plus tard, en OIM et lors de la mastication, ces mêmes mécanorécepteurs permettront aux cycles de décrire leur enveloppe limite optimale, ou pourront déclencher des mécanismes d’évitement en cas d’excès ou d’insuffisance du guidage molaire (Anderson et coll. 1970, Johnsen et Trulsson. 2003a p1486), afin de:

- protéger les surfaces articulaires, qui sont incapables de supporter les contraintes
- et d’éviter les fractures dentaires en présence de corps étrangers du bol alimentaire.

La morphogenèse cervico-faciale est complexe, et l’anatomie des surfaces condyliennes se différencie jusqu’à l’âge adulte. La croissance des ATM est influencée dès la naissance par la croissance maxillo-faciale et cervicale et tout particulièrement par les interactions musculaires fonctionnelles de la cavité orale. Les premières à s’installer dépendent de la respiration et de la déglutition. **A la naissance, la déglutition déjà établie in utero, assure immédiatement son rôle dans la fonction de nutrition, qui est limitée au début à la tétée et la succion. La langue est alors en position basse et interposée entre les arcades lors de la déglutition.** Comme *“Seule la position posturale (repos) est constamment observée avant l’éruption des dents”* (Moyers 1955 cité par d’Amico 1958 N°6 p198), à ce stade c’est donc la position antérieure de la langue qui permet à la mandibule de se caler sur elle pendant la déglutition. D’Amico ajoute que *“La position posturale (repos) est facilement enregistrée chez le nouveau-né, mais les efforts répétés pour localiser la relation centrée ont échoué jusqu’à l’âge où l’occlusion primaire s’est établie”*.(d’Amico 1958 N°6 p198).

Plus tard, la langue montera contre le palais et le calage de la mandibule pendant la déglutition s’effectuera sur les dents postérieures. La fréquence journalière de la déglutition

est élevée (+de 1000 fois par jour) et les stimulations fonctionnelles constamment répétées qu'elle provoque, entre-autres au niveau articulaire, permettent l'installation progressive d'une corrélation anatomique directe entre l'OIM et la position articulaire de déglutition, pendant la croissance (Le Gall et coll. 2010).

“La relation centrée est établie au cours des premières étapes de la dentition primaire...Au début, la relation centrée et l'occlusion centrée sont identiques” (Moyers 1955, d'Amico 1958 N°6 p198). Dans les premières années de la vie, avant la mise en occlusion des dents lactéales, RC et OIM sont donc confondues et accordées avec la posture de déglutition. Plus tard, chez environ 98% des adultes (Posselt 1968, Joerger 2005) la RC sera postérieure à l'OIM.

Or, sur les enregistrements axiographiques de la mastication adulte, il apparaît des informations importantes de guidage d'entrée de cycle de mastication en arrière de l'OIM (Fig. 5-47a Joerger 2012). On peut donc raisonnablement émettre l'hypothèse que la différenciation entre la position occlusale de déglutition et celle de RC, résulterait des adaptations fonctionnelles imposée par la mise en place progressive de la mastication, d'abord sur les dents lactéales peu canalisantes, puis sur les M₁ définitives, dont les rails occlusaux directifs ont une orientation plus diagonale. En d'autres termes, cela signifie que la ou les RC seraient des positions manipulées inventées, praticien dépendantes, dont la définition et la situation ont plusieurs fois changé, situées quelque part dans l'enveloppe limite de guidage postérieure à l'OIM, nécessaire à l'entrée de cycle de mastication. La position de référence depuis la naissance restant la posture physiologique de repos qui conduit à une position d'occlusion

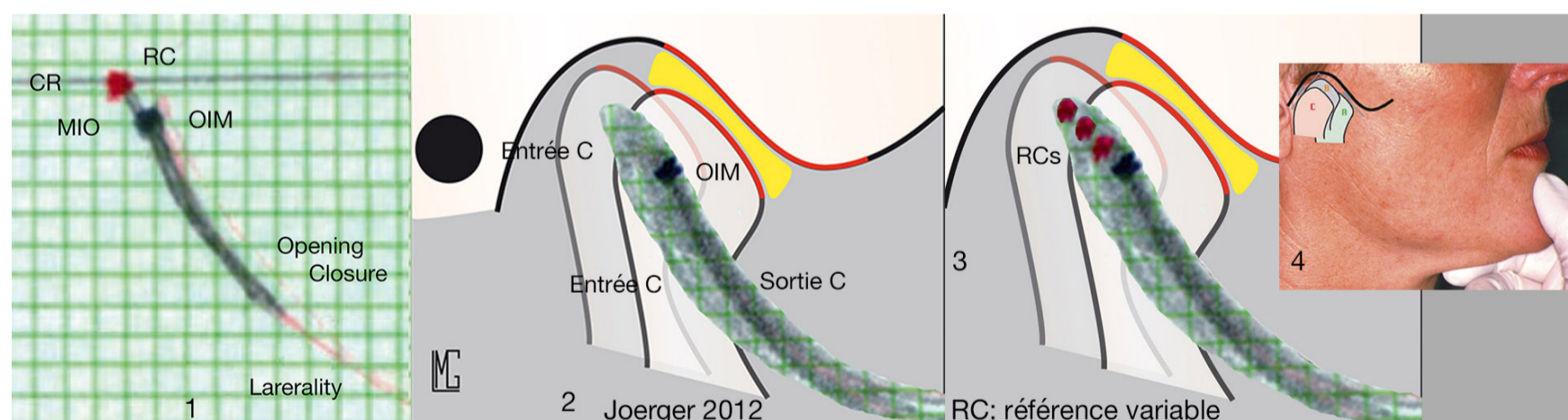


Figure 5-47b 1-Axiographie sagittale en ouverture-fermeture avec manipulation non forcée pour la RC. Les trajets sont simples et clairs. -2-L'enregistrement des cycles masticatoires du même patient est superposée au trajet d'ouverture-fermeture. Des informations de guidage transversaux d'entrée de cycle apparaissent en arrière de l'OIM (déglutition) -3-La déglutition est une référence stable existant déjà à la naissance. Les RCs sont situées dans l'enveloppe fonctionnelle d'entrée de cycle, qu'elles réduisent plus ou moins en fonction du concept et de la force de manipulation. Les différentes RCs ne sont pas une référence fiable et constante.

en appui stable et équilibrée de la mandibule, permettant la déglutition en équilibre neuro-musculaire. C'est la définition fonctionnelle de l'OIM.

Dans un premier temps l'articulation se développe dans le sens de la fonction, qui est essentiellement sagittale. Elle atteint sa dimension antéro-postérieure adulte vers 5 ans. A la fin de l'émergence des dents lactéales, l'éminence articulaire atteint environ 45% de sa valeur de fin de croissance (Katsavrias 2002). Dans un deuxième temps, avec l'installation de la mastication primaire, puis surtout la mastication adulte sur les premières molaires, la dimension transversale de la fosse glénoïde sera être multipliée par 2,5 entre 5-6 ans et l'âge adulte (Nickel 1988). La conformation de la cavité glénoïde se finalise dans ces conditions. Le rôle et la position de la langue sont essentiels à une déglutition physiologique (Fontenelle et Woda in Chateau 1993; Bonnet 1992, 1993, 2010 ; Fournier in Chauvois et coll.1991).

Si la croissance crânienne initiale, la posture linguale et la déglutition sont physiologiques et symétriques, les couples de premières molaires se positionnent généralement en occlusion de classe 1 (Deshayes 2010) et supportent le calage de la déglutition en équilibre neuro-musculaire. La tête articulaire se trouve alors dans une position d'équilibre, autour de laquelle l'anatomie de la fosse temporale fait progressivement sa croissance et trouve son équilibre adulte, sous l'influence des sollicitations fonctionnelles. **Depuis la naissance, la relation articulaire et plus tard le calage occlusal en OIM sont donc directement liés à la position de déglutition** (autour de laquelle s'organisera la mastication) et non pas à des concepts géométriques imaginés sur les premières tomographies des ATM et les articulateurs mécaniques.

Les enregistrements axiographiques des cycles de mastication (Joerger:2005, 2012 Figure 5-47) montrent clairement que la mastication est organisée autour de position de calage de la déglutition. Ils montrent également que la cinétique d'entrée de cycle, côté mastiquant, se réalise en arrière de l'OIM. La première partie du cycle a besoin d'un jeu fonctionnel postérieur pour s'exprimer. Lors de l'entrée de cycle, la mandibule vient d'une position latérale et postérieure. Depuis cette position arrière limite, la M₁ mandibulaire, glisse en avant et en diagonale vers l'OIM sur la première partie du rail, qui passe ensuite par le pont d'émail de M₁ maxillaire. La cinétique de l'entrée de cycle, avec aliments interposés, se réalise au sein de cette enveloppe limite de guidage, postérieure à l'OIM et qui doit être respectée. Ce qui n'est pas le cas des différents concepts de RC, qui ont tous été situés au sein de cette enveloppe. Ils en réduisent d'autant plus l'amplitude que la position retenue est plus postérieure, ce qui dépend de la force de manipulation de l'opérateur et du concept, alors que l'occlusion

naturelle de déglutition est plus antérieure et respecte cette enveloppe fonctionnelle postérieure.

Après une légère inflexion antérieure sur le pont d'émail (en forme de virgule), la cinétique diagonale se poursuit, en suivant la deuxième partie du rail située sur les tables de sortie de cycles, en avant de l'OIM.

Le rôle et la position de la langue sont déterminants. En effet chez l'enfant, les postures linguales atypiques ou inexactes sont, de façon constante, associées à des dysmorphoses (Deffez et coll. 1995). Les troubles de la position et du volume lingual, les dyskinésies, ont donc une incidence directe sur la croissance et la forme des maxillaires avec un risque d'insuffisance du développement transversal, postéro-antérieur, vertical et des rapports d'occlusion qui ne permettront pas une déglutition et une mastication optimales. Les insuffisances faciales se traduisant au niveau des dents par un mauvais appairage des relations occlusales (classe 2, Classe 3, béances etc...) dont les conséquences cliniques seront des cycles souvent verticaux et/ou tronqués d'une partie de leur enveloppe et de leur efficacité optimale, par incoordination du guidage des dents postérieures.

En ODF, les écoles fonctionnelles (Bonnet 1992, 1993, 2010, Deshayes 2010) et les techniques de rééducation des fonctions orales (Fournier in Chauvois et coll. 1991; Deffez et coll. 1995) insistent beaucoup, lors du traitement des déglutitions atypiques chez l'enfant, sur les méthodes de symétrisation (Deshayes 2010) et de repositionnement lingual, afin de prévenir les conséquences pathologiques, par une réorientation de la croissance, le plus précocement possible.

Déglutition en O.I.M.: protocole et équilibrage

Les contacts occlusaux obtenus lors de la déglutition donnent donc la position naturelle d'O.I.M. (Figure 5-45, 5-46, 5-47).

Comment trouver cette position en clinique et être sûr de sa localisation optimale? Il existe des méthodes instrumentales faisant appel à des techniques de bio-feedback, de décontraction musculaire, d'axiographie ou autres, capables d'obtenir ce résultat, (comme la version actuelle du kinesiographe ou Myo-Monitor® de Jankelson 1972 etc.). Cependant l'évolution rapide des techniques, les protocoles cliniques chronophages et les risques d'erreurs lors de leur mise en œuvre, ainsi que le coût du matériel, rendent encore leur utilisation peu réaliste en clinique habituelle. Un protocole clinique simple, rapide, fiable et répétitif permettant de vérifier et / ou de retrouver la concordance entre l'OIM et la déglutition naturelle a été décrit. (Le Gall et col. 2010).

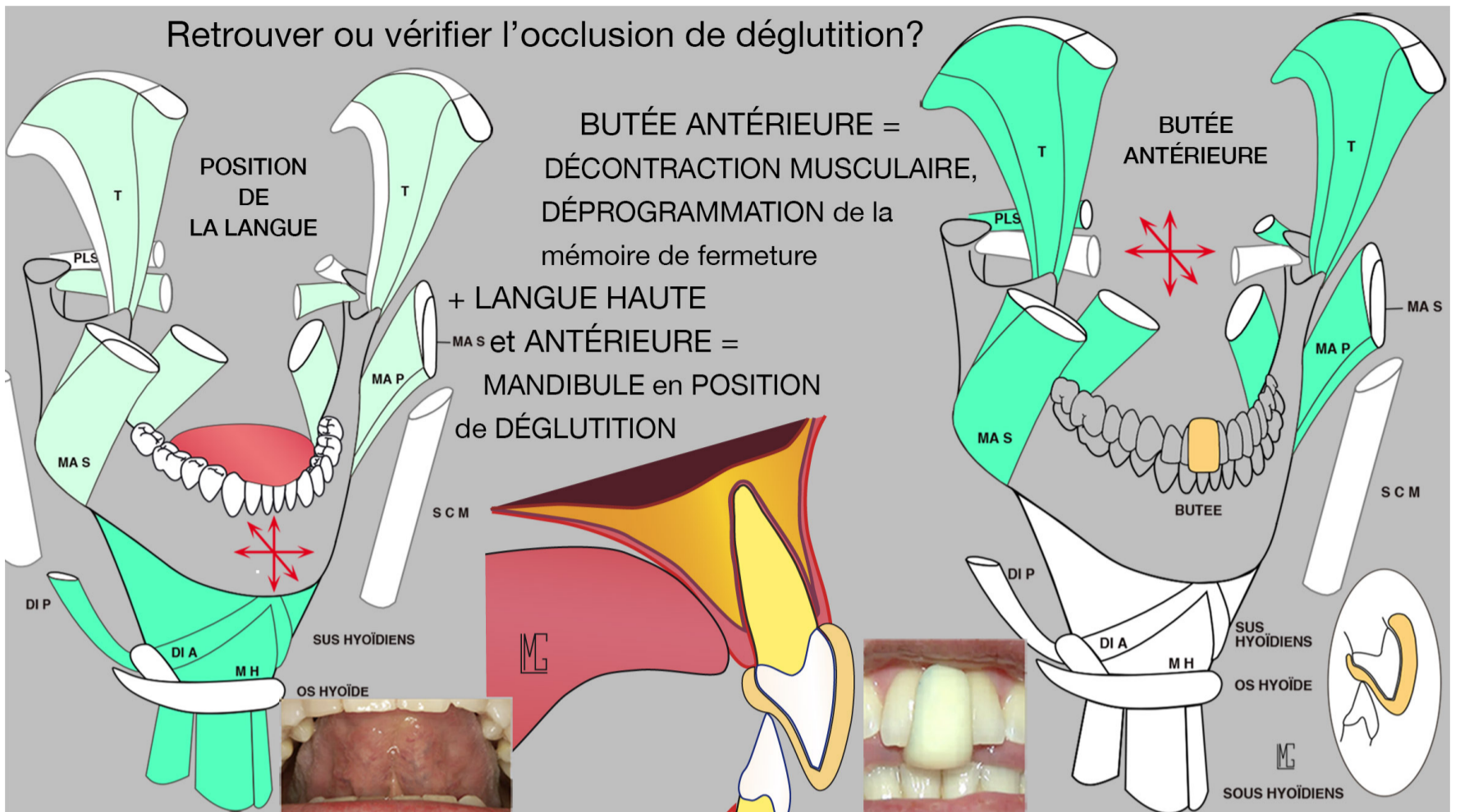


Figure 5-48 Comment trouver cliniquement la posture de déglutition de la mandibule et comment la coordonner avec l'OIM? Un protocole clinique est proposé ci-dessus.

En l'absence d'interférence posturale générale, l'association simultanée de deux protocoles déjà utilisés séparément, met la mandibule en condition de déglutition et donne sa posture optimale qui permet de trouver et d'équilibrer l'occlusion de déglutition (OIM), de façon autodéterminée et répétitive (Le Gall et Coll 2010):

- le port d'une butée antérieure permettant la décontraction des muscles élévateurs et la déprogrammation de la mémoire de fermeture (Le Guern 1987),
- le maintien de la pointe de la langue en position haute et antérieure mettant la mandibule en position de déglutition.

Il propose l'association de deux techniques déjà utilisées de façon indépendante, qui permettent au patient de retrouver seul et avec précision sa position naturelle de déglutition et de la coordonner à l'OIM (Figure 5-48):

“... le port quelques minutes d'une butée antérieure modifiée, interposée entre les incisives maxillaires et mandibulaires, avec un seul point de contact médian, qui est déjà utilisée pour rechercher la RMM” (Lucia 1964, Le Guern 1987). “...mais la face palatine de cette butée a été modifiée et rendue neutre pour ne provoquer aucune action de déplacement antéro-postérieure et transversale de la mandibule.” (Le Gall et Coll 2010).

-“associé au positionnement optimal de la pointe de la langue, appuyée contre la partie antérieure du palais, tel qu’il existe pendant la déglutition et qu’il est utilisé pour la rééducation de la posture linguale“ (Le Gall et Coll 2010, Le Gall et Lauret 2011, Le Gall 2013).

Cette butée a une action décontractante sur les muscles élévateurs et déprogramme en quelques minutes, les engrammes d’adaptation pouvant exister en présence de malocclusions, alors que parallèlement la posture de la langue met la mandibule en position de déglutition. Dans ces conditions la fermeture donne la position de déglutition équilibrée, de façon répétitive.

Les protocoles cliniques sont accessibles dans les articles référés ou sur le site internet: www.mastication-ppp.net ou directement sur des vidéos cliniques YouTube suivantes: https://youtu.be/E6e5sFx_GGc <https://youtu.be/85slx25-mCw> .

B- MORPHOLOGIE ET CINÉTIQUE DES DENTS ET DES ATM

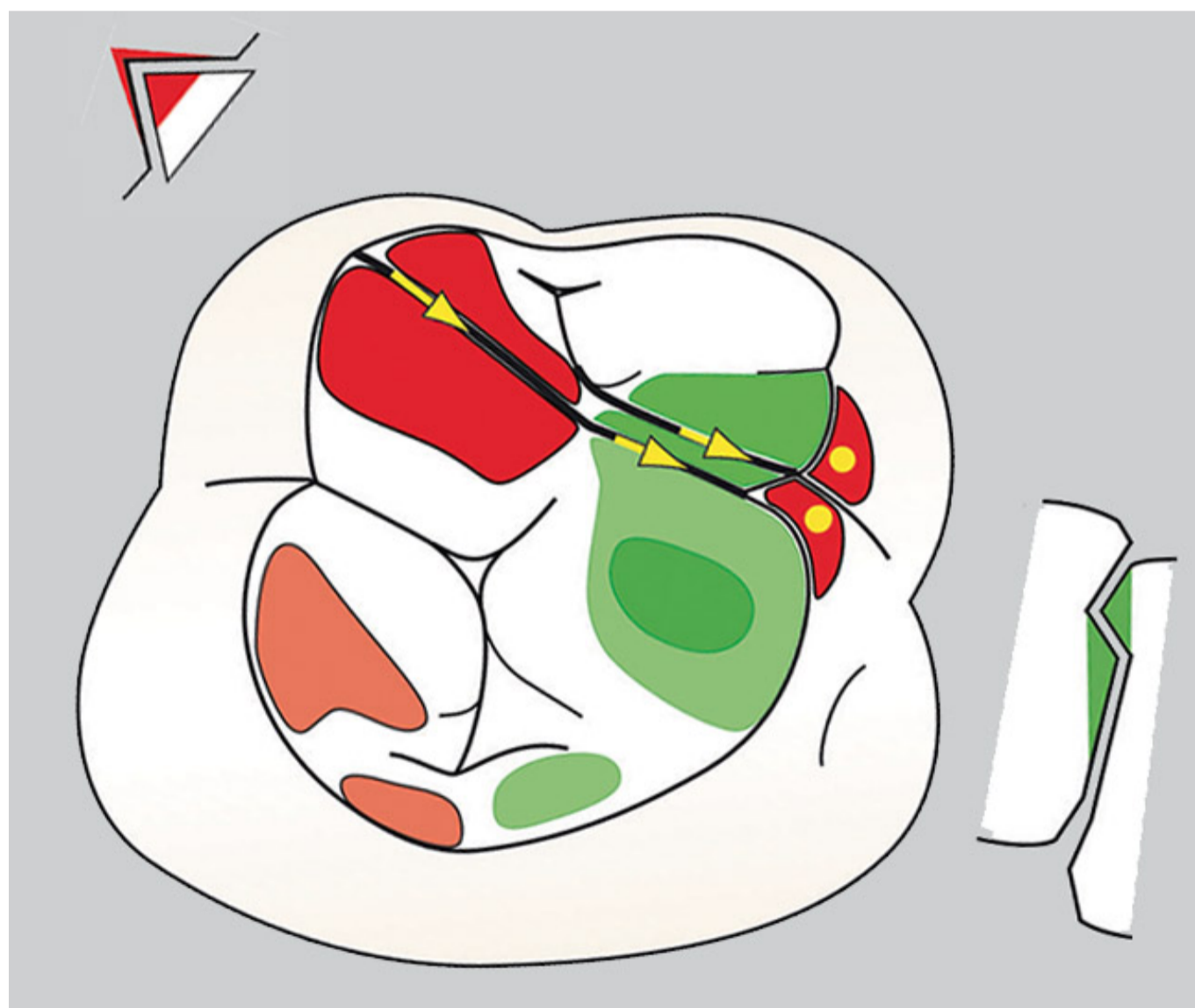


Figure 5B1-1 Les entrées de cycles cisailants sont représentées en rouge. Les sorties de cycles en vert sont écrasantes. Les rails de guidage ont une section triangulaire.

Les travaux de Lundeen et Gibbs sur le Replicator (1982) constituent une rupture et un apport fondamental pour l’observation des déplacements de la mandibule pendant les mouvements masticatoires. L’introduction de l’électrognathographie par Lewin en 1985 a

permis d'objectiver de façon plus simple, les mouvements fonctionnels de la mastication et a permis des études complémentaires, comme celles de: Mongini et coll. en 1985, Pröschel en 1987, sur la classification et l'interprétation des cycles, Nishio et Coll en 1988, Lauret et Le Gall de 1994 à 2016. Le Gall et Lauret ont montré la différence clinique entre un mouvement de latéralité et un cycle de mastication centripète (Figures 5C-1 à 5, 5D-2 et 3) et l'incidence du guidage dentaire sur la forme d'un cycle, qui peut être modifiée en optimisant l'anatomie occlusale et les guidages des dents postérieures par addition (Figure 7-1,) (Le Gall et Lauret 1998). Ils ont également décrit les rails de guidages de mastication sur les faces occlusales des couples de premières molaires humaines (Le Gall et Lauret 2011, Site www.mastication-ppp.net) et leur parenté anatomique avec ceux observés dans la lignée humaine depuis plus de 32 Ma.

L'appareil dento-articulaire de l'homme possède trois degrés de liberté permettant l'ouverture, la fermeture, les mouvements antéro-postérieurs et transversaux. Les arcades de l'homme actuel sont de forme *arrondies* avec des molaires cuspidées polyvalentes, capables de s'adapter à la mastication de tous les types de nourritures, sous la gestion d'un centre cérébral qui détermine l'action musculaire. La bonne coaptation des surfaces articulaires, lors des multiples mouvements réalisés en cinématique humaine, est assurée par l'interposition d'un appareil capsulo-discal complexe.

1. Mise en Place du Schéma Occlusal Adulte

L'anatomie occlusale des premières molaires, leurs relations optimales en classe 1 et le fait que, dans le plan frontal, l'axe d'inertie dento-alvéolaire passe au niveau du couple des premières molaires (Treil et Casteigt 2000), permet de comprendre pourquoi ces dents ont un rôle fondamental dans la mise en place du schéma occlusal adulte et ont, chez l'enfant, la



Figure 5B1-2A: *Couple de 1ères molaires en classe I, permettant un calage occlusal équilibré capable de supporter seul la dimension verticale et la mastication.* Fig. 2B: *les prémolaires s'intègrent progressivement à l'enveloppe fonctionnelle de la première molaire, suivies par la seconde molaire.* Fig. 2C: *La canines est incorporée tardivement à l'enveloppe fonctionnelle déjà en place. Elle n'a eu aucun rôle dans sa formation.*

capacité de supporter seules pendant plusieurs années le calage de déglutition et la mastication équilibrée, sans aucune pathologie.

L'émergence et la mise en occlusion des couples premières molaires à six ans marque le début de l'installation du schéma occlusal et de la mastication de l'adulte (Lundeen et Gibbs, 1982). Lors de leur apparition sur les arcades, pendant plusieurs années, les dents voisines s'intègrent progressivement au schéma fonctionnel des couples premières molaires, selon des courbes permettant l'équilibre des arcades pendant la mastication (courbes de Spee et Wilson). La mise en occlusion des canines est souvent plus tardive que celle des couples de secondes molaires. Le schéma fonctionnel adulte est donc déjà totalement établi et équilibré, lorsque ces dernières viennent tardivement s'intégrer à l'enveloppe de mastication préexistante, qui leur est imposée. Ce constat suggère fortement que les canines n'ont pas un rôle occlusal aussi important qu'on a bien voulu leur attribuer.

Les couples premières molaires possèdent un potentiel de calage et les guidages suffisant pour leur permettre de canaliser seules, sans dérapages, la dynamique transversale, à

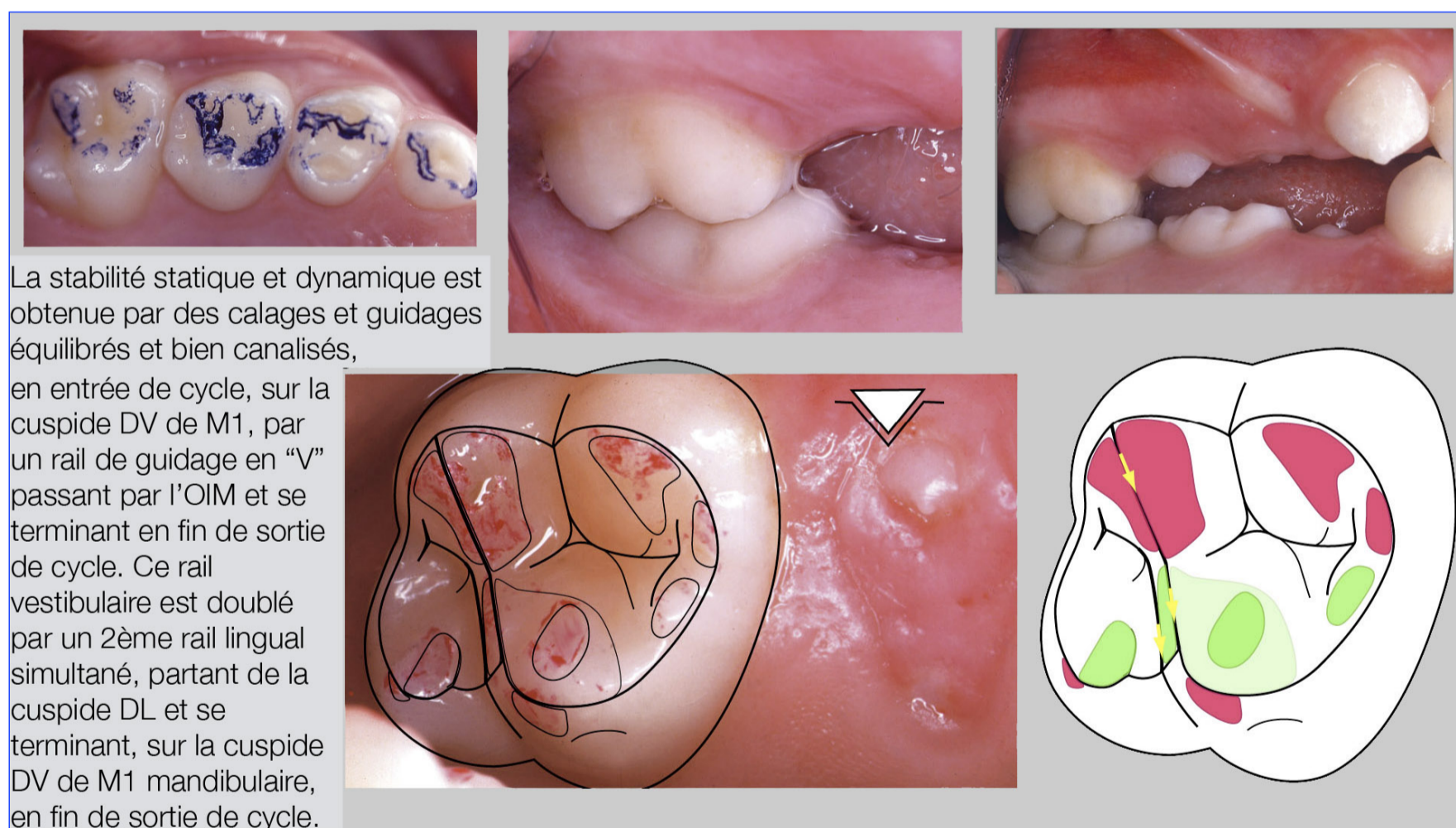
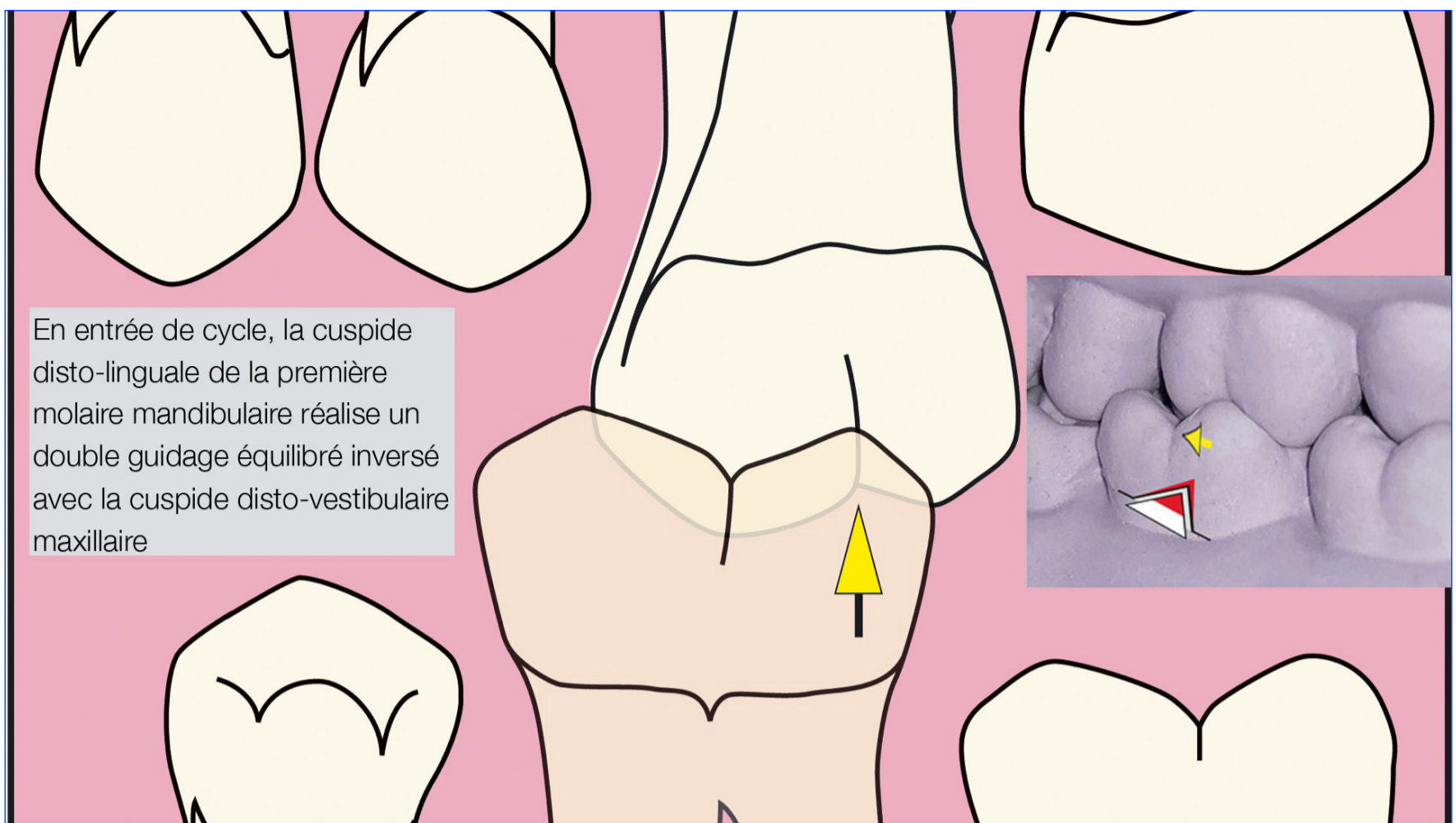


Figure 5B1-3: *En entrée de cycle il existe un rail principal partant de la cuspidé DV maxillaire qui fonctionne de façon optimale en classe I. Il est équilibré par un rail mandibulaire qui part de la cuspidé DL mandibulaire. Après le passage par le pont d'émail, les tables de sortie de cycles, constituent une canalisation en accordéon à 3 versants, plus directive et efficace.*

composante diagonale antérieure, des cycles de mastication et de l'imposer aux nouvelles



En entrée de cycle, la cuspidé disto-linguale de la première molaire mandibulaire réalise un double guidage équilibré inversé avec la cuspidé disto-vestibulaire maxillaire

Figure 5B1-4: Du côté lingual la cuspidé DL qui assure le même rôle de guidage que la DV permet d'équilibrer et de stabiliser le couple M1, particulièrement lorsque les couples M1 sont encore seuls sur les arcades, lors de la mise en place du schéma occlusal adulte.

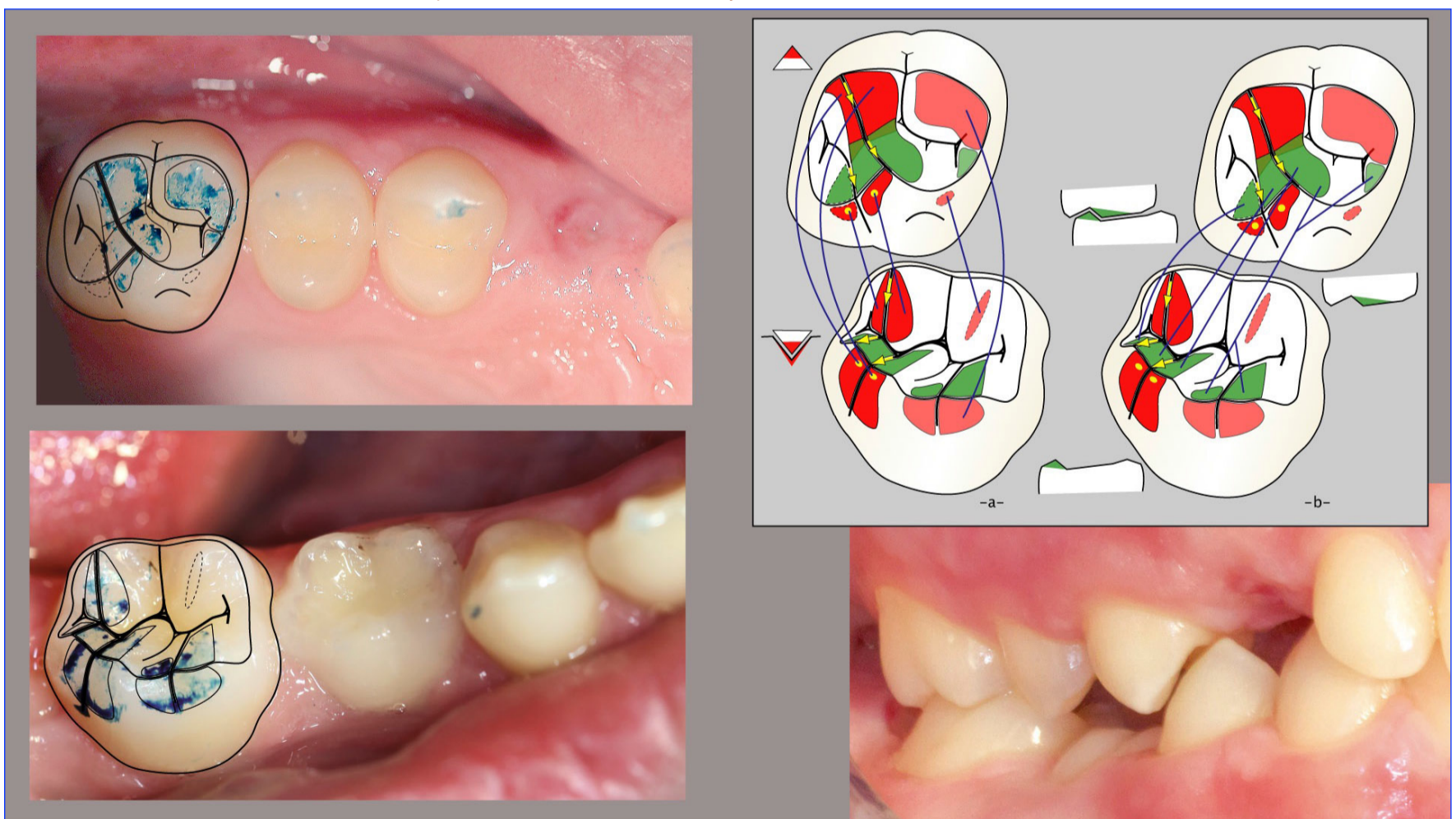


Figure 5B1-5: Cette figure montre les lignes occlusales directrices des premières molaires du cas 5B1-2A. Les rails occlusaux de section triangulaire sont appariés avec le rail de réception opposé en forme de V. Les surfaces occlusales des rails sont intégrées à l'anatomie occlusale et sont des guidages fonctionnels responsables de la stabilité occlusale et de l'efficacité du cisaillement et de l'écrasement. Les entrées de cycle cisailantes figurent en rouge (composante carnivore), les sorties de cycle en vert (composante d'écrasement, plus herbivore).

dents au fur et à mesure de leur émergence. Une des caractéristiques anatomiques essentielles à cette auto-stabilisation dynamique est la présence sur leur face occlusale de rails de guidages transversaux (Le Gall et al 2010, Le Gall and Lauret, 2011)

Dès leur mise en occlusion, les premières molaires deviennent donc les dents directrices du guidage dento-dentaire postérieur et elles le restent grâce à des structures anatomiques spécifiques, qui sont appariées de façon optimale à celles de leur antagonistes en occlusion de type 1 (classe I). De plus, l'obtention précoce d'un calage occlusal stable et d'une mastication ample, vont favoriser la remontée de la langue au palais. Ces deux facteurs interdépendants, vont stimuler la croissance transversale et postéro-antérieure du maxillaire.

C'est avec des rapports d'occlusion bien établis en classe I que forme et fonction trouvent leur cohérence clinique la plus aboutie. En occlusion de classe I, les faces occlusales des premières molaires, maxillaire et mandibulaire, sont l'image en volume inversé l'une de l'autre. Lors de la fermeture en OIM il ne reste entre elles qu'un petit jeu fonctionnel entre les tables de sortie de cycle et des sillons d'échappement du bol alimentaire.

L'observation de vidéos au ralenti et la simulation de la mastication sur du papier marqueur, montre, qu'à vide, cet appairage fin de l'anatomie occlusale se poursuit pendant toute la dynamique dentaire des cycles avec une concordance continue, entre les surfaces et les rails d'entrée et de sortie des cycles. Un petit jeu fonctionnel transversal nécessaire et suffisant est observable en début de sortie de cycle (MTI). Il permet à la cinétique des cycles de passer l'OIM sans blocage occlusal. C'est l'anatomie occlusale et les rapports d'occlusion qui délimitent l'enveloppe limite de guidage et donnent la forme de la partie apicale des cycles.

Les autres types d'occlusion sont loin de présenter la même cohérence fonctionnelle et présentent souvent des défauts importants du guidage optimal qui se traduisent par des formes de cycles adaptatifs et/ou incomplets, voire réduits à un simple cisaillement. Chez l'enfant ces situations occlusales sont très souvent associées à des anomalies de posture linguales (Deffez 1995) et peuvent être co-responsables de défauts du développement vertical, transversal et postéro-antérieur, se traduisant par des hypo ou des hyper-développements faciaux, plus ou moins évolutifs et asymétriques, ainsi que des anomalies de la position mandibulaire.

Chez l'enfant, le traitement des asymétries faciales avant 6 ans (Deshayes 2010), la rééducation linguale précoce et la mise en occlusion optimale rapide des premières molaires droite et gauche, vont permettre une mastication ample et alternée plus naturelle, capable de réorienter la croissance et d'éviter ainsi des traitements potentiels secondaires parfois lourds (Bonnet 1992, 93, 99, 2010).

Chez l'adulte, le rétablissement par addition d'une anatomie occlusale fonctionnelle comme elle existe en classe 1, avec des entrées et des sorties de cycle équilibrées, mais adaptée aux

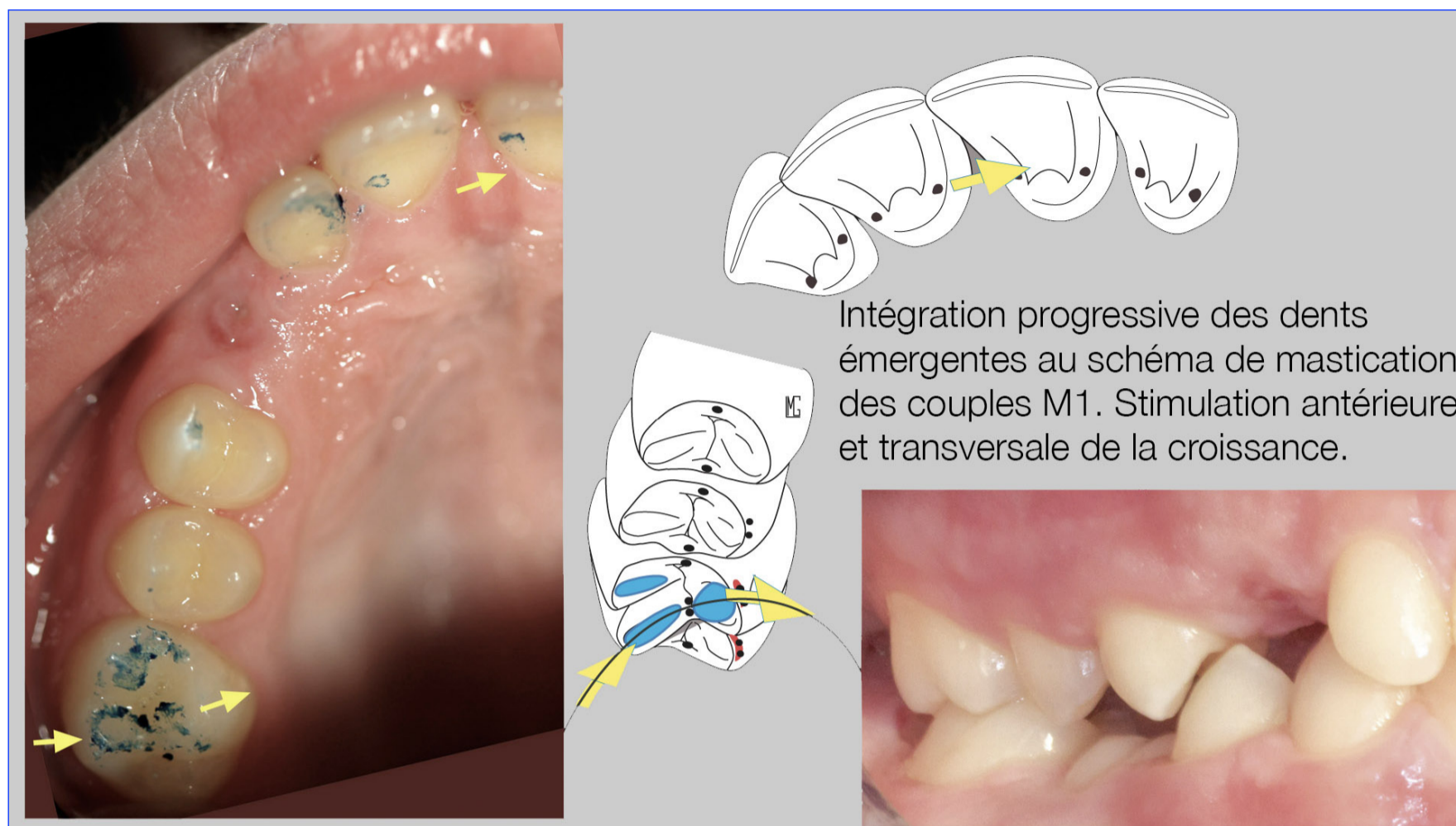


Figure 5B1-6: *Un cycle ample (résultant de guidages équilibrés) est stimulant pour l'expansion maxillaire . Les bords libres des incisives mandibulaires en traversant la concavité palatine des incisives maxillaires lors des sorties de cycles, positionnent les incisives maxillaires tout en stimulant l'avancée fronto-maxillaire.*

rapports d'occlusion réels du patient et accordée avec la cinétique articulaire présente, permet de rétablir spontanément et sans apprentissage, l'enveloppe optimale du cycle propre au patient, démontrant ainsi que la forme et la fonction sont totalement interdépendantes.

2. Incisives

Les incisives guident le mouvement de proclulsion, parfois avec les canines, mais sans contacts postérieurs, sauf lors des béances. Les incisives réalisent la préhension du bolus et guident habituellement l'incision, par un mouvement rétro-ascendant des incisives mandibulaires, qui permet la sélection et l'introduction du bol alimentaire dans la cavité orale (Figure 5B2-1 to 5B2-3). Elles sont alors très souvent associées aux canines et à des guidages d'accompagnement, non dominants, par les dents postérieures. En complément, la relation

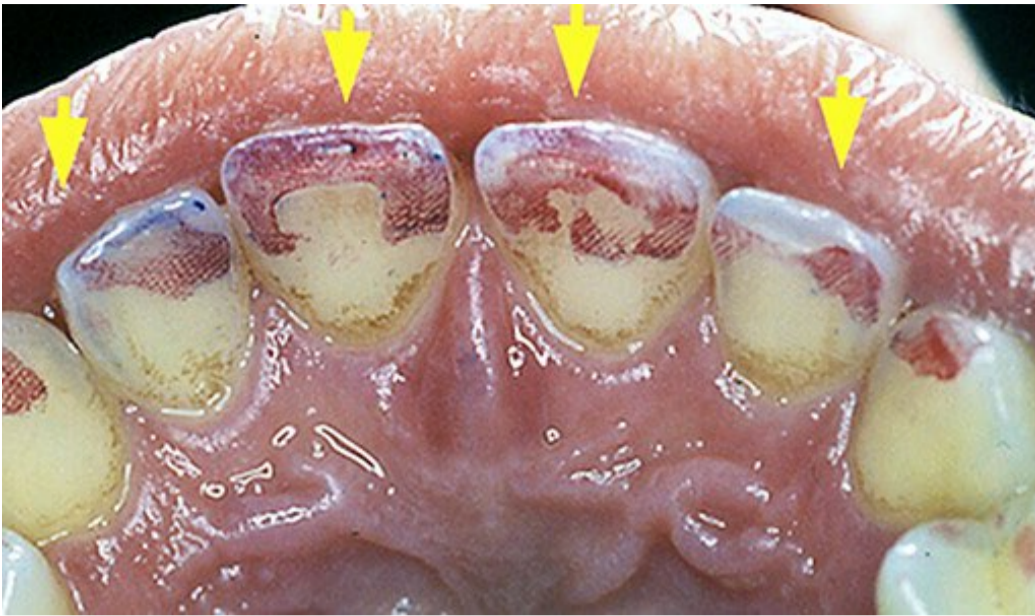


Fig 5B2-1

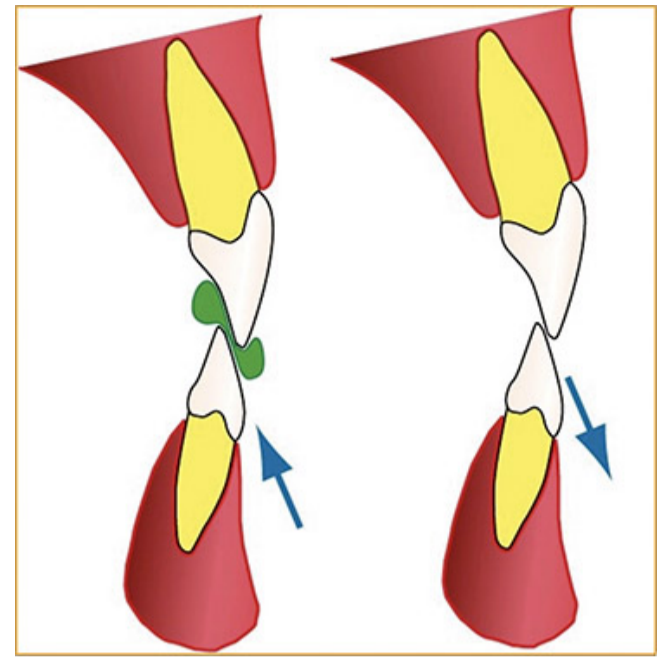


Fig 5B2-2

Figure 5B2-1,2 L'incision se réalise sous l'action symétrique des faisceaux musculaires éleveurs/répropulseurs, alors que la propulsion se réalise sous l'action conjuguée des deux ptérygoïdiens latéraux inférieurs (abaisseurs/propulseurs)

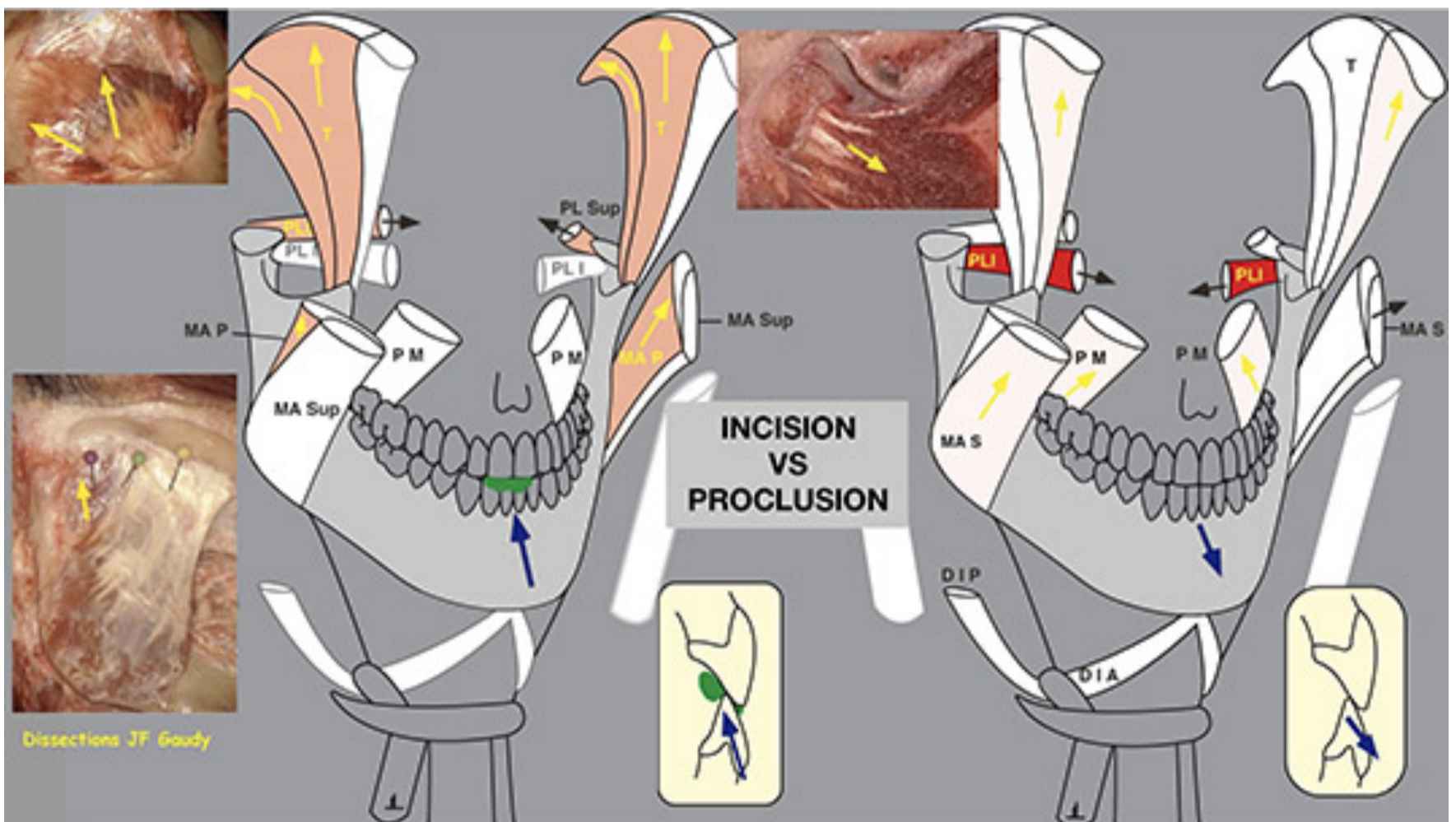


Figure 5B2-3 Les mouvements de proclulsion et d'incision sont d'orientation inverse. Les muscles en action sont symétriques, mais totalement différents pour l'un et l'autre et d'action opposée: -les ptérygoïdiens latéraux inférieurs sont abaisseurs et propulseurs, pendant le mouvement de proclulsion, avec une action légère des éleveurs pour maintenir les contacts antérieurs -les faisceaux des éleveurs à composante répropulsive (masséters profonds, temporaux postérieurs et moyens) réalisent l'incision.

dynamique d'incision donne aux dents antérieures une capacité de rongement limitée par le risque d'usure.

Le mouvement d'incision a une orientation centripète. Le mouvement de proclulsion habituellement demandé au patient pour vérifier l'équilibre occlusal antérieur, a une orientation inverse, avec un recrutement musculaire totalement différent (Figure 5B2-3). Lors de la simulation du mouvement de proclulsion, seuls des guidages antérieurs sont observés, alors que, les guidages antérieurs d'incision, sont presque toujours accompagnés de guidages postérieurs bilatéraux équilibrés et non dominants.

De plus, lors des sorties de cycles masticatoires, en légère anté-position de la mandibule, la cinématique transversale des bords libres incisifs inférieurs trouve son équilibre fonctionnel dans sa bonne coordination avec la forme de la concavité palatine des incisives maxillaires (Figure 5F-5) *YouTube:* <https://youtu.be/3UdTX2Pzxiw> . Dans les descriptions de d'Amico, le rôle fonctionnel naturellement dévolu aux incisives est attribué aux canines toujours dans le même concept théorique simpliste de protection canine (D'Amico1958 N°6 P200, N°7 P240) *YouTube:* <https://youtu.be/0inIzj9HvRM> .

3. Prémolaires, molaires et canines

La description qui suit, est celle d'un cycle de mastication type, d'orientation centripète, chez un jeune adulte, en occlusion de classe 1 d'Angle, possédant tout son capital de guidage et concerne l'un des derniers cycles avant la déglutition (Lauret et Le Gall,1994,1996). Il décrit l'enveloppe-limite circonscrite par les guidages occlusaux fonctionnels. La plupart des cycles précédents, avec aliments interposés, se situent à l'intérieur de cette enveloppe-limite.

Du côté mastiquant, pendant l'entrée de cycle (figures 5B3-1 A,B et 5B3-2 A,B), la mandibule effectue un déplacement centripète. Les versants internes des cuspidés vestibulaires maxillaires de M_1 , glissent contre des supports externes opposés. Simultanément, les versants internes des cuspidés linguales mandibulaires de M_1 glissent contre des supports palatins externes. Ce double glissement simultané et stabilisant dirige la mandibule vers l'OIM dont le passage marque le début de la sortie de cycle, pendant laquelle les versants internes des cuspidés vestibulaires mandibulaires glissent contre les versants internes des cuspidés palatines maxillaires (Figures 5B3-2 A,B, 5B3-3A,B).

La mandibule continue son déplacement centripète. Cependant, l'analyse du mouvement relatif de deux dents, glissant l'une contre l'autre indique que les facettes de guidage inférieures se lisent en sens inverse du mouvement de la mandibule:

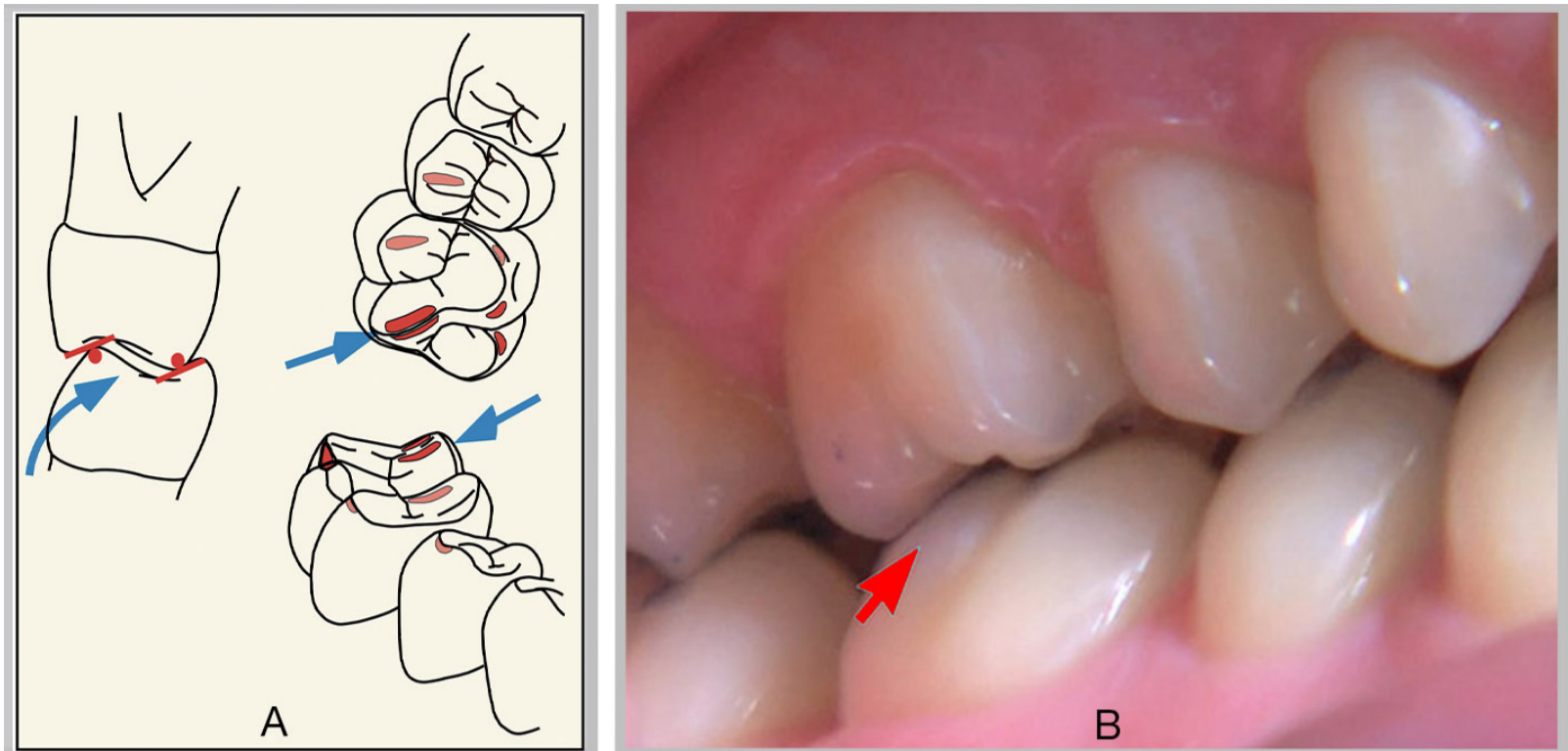


Figure 5B3-1 A,B *Entrée de cycle: visionner une vidéo à l'adresse suivante:*
<https://youtu.be/evZgkLsxzOY>

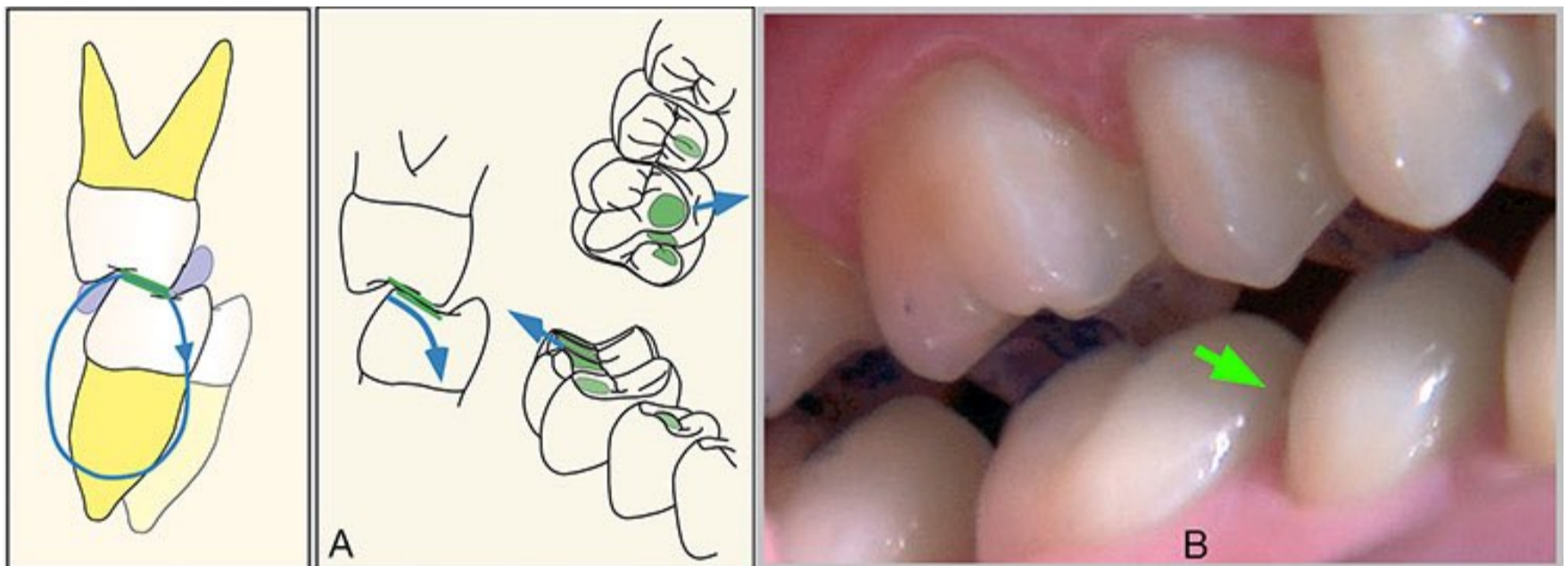


Figure 5B3-2 A,B *Sortie de cycle: visionner la vidéo précédente et la suivante:*
<https://youtu.be/3UdTX2Pzxiw>

- Au maxillaire fixe, la lecture des facettes de guidage se fait depuis le côté vestibulaire vers l'intérieur, dans le sens de déplacement de la mandibule.
- Tandis que la lecture des facettes de guidage mandibulaires se fait depuis le côté lingual vers l'extérieur, en sens inverse du déplacement de la mandibule (Figure 5B3-3A,B).

Video YouTube: <https://youtu.be/evZgkLsxzOY>

Cependant, il ne s'agit pas d'un simple glissement entre deux surfaces congruentes. En effet, sur les faces occlusales des premières molaires, il existe des rails de guidage transversaux en orientation plus ou moins diagonale et de section triangulaire (Le Gall et Lauret, 2011), qui canalisent les déplacements des dents pendant la mastication. Le rail le plus



Figure 5B3-3A,B Tracé des lignes directrices du guidage occlusal des cycles de mastication. Le rail de guidage principal, part de la pointe de la cuspide disto-vestibulaire de M1 supérieure et se termine, côté palatin, sur la pointe de la cuspide mésio-palatine.

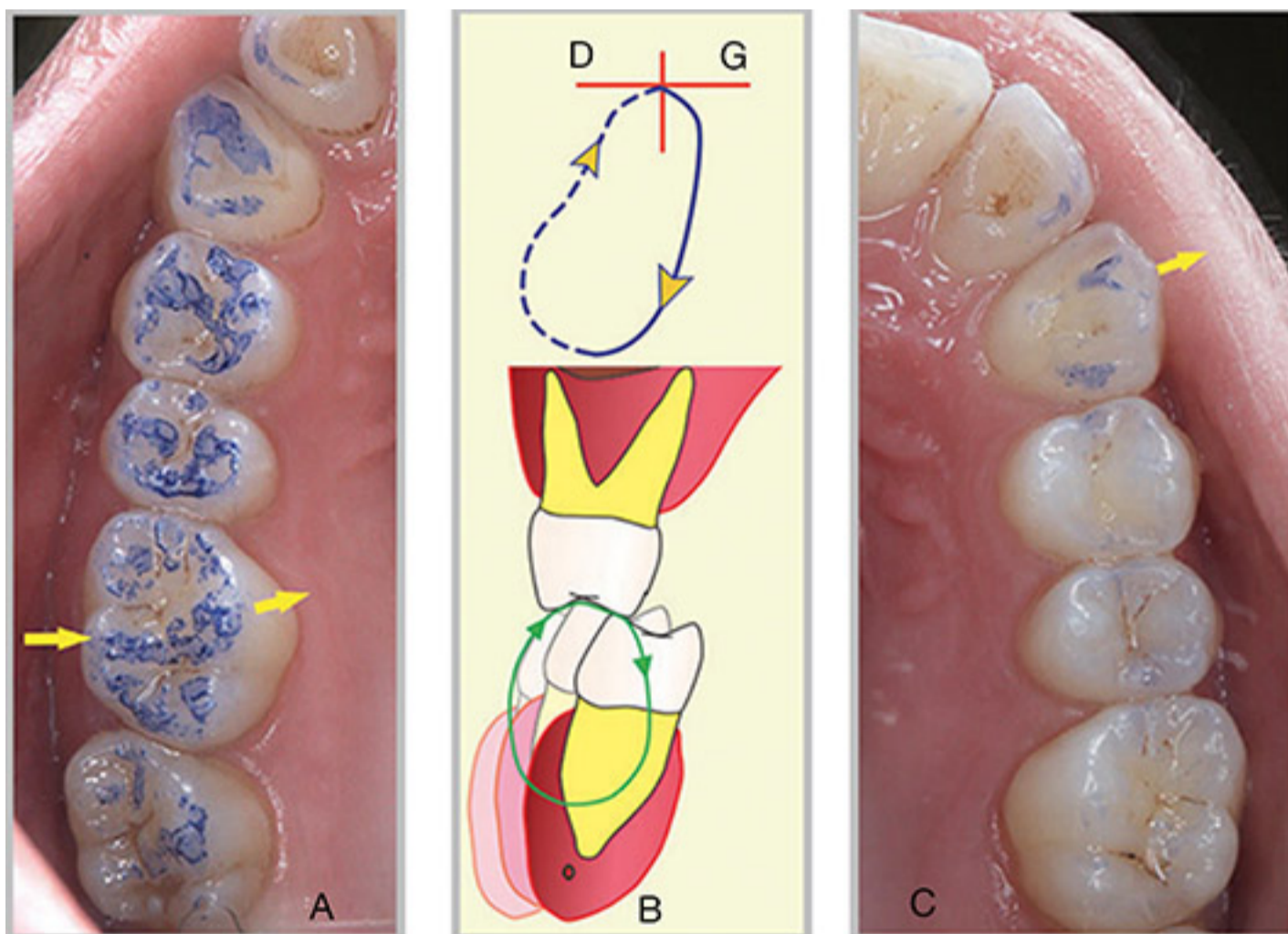


Figure 5B3-4 A,B: vue occlusale des guidages maxillaire, pour une mastication du côté droit, chez une jeune femme de 28 ans. L'enveloppe limite de mastication est déterminée par l'anatomie occlusale des dents et leurs rapports d'occlusion dynamique. Dans ce cas l'équilibre fonctionnel de mastication est optimal et la fonction de groupe de guidages coordonnés concerne toutes l'étendue des faces occlusales, du côté mastiquant. Figure 5B3-4 C: lors de la sortie de cycle, après le passage de l'OIM, l'inflexion mésiale de l'orientation du pont d'émail, situe la mandibule en légère antéposition, c'est pourquoi il existe un ou plusieurs contacts au niveau de la canine du côté non mastiquant. Ce contact est physiologique. Il joue un rôle mécanique et surtout proprioceptif dans le contrôle de l'amplitude de la sortie de cycle et du déclenchement de l'ouverture, qui commence le cycle suivant.

important et le plus facilement identifiable est situé sur la première molaire maxillaire (Figures 5B3-1, 5B3-2, 5B3-3A). En entrée de cycle, ce rail part de la pointe de la cuspide disto-vestibulaire de M₁ maxillaire, passe par le pont d'émail qui guide le passage de l'O.I.M. et se termine, en sortie de cycle, sur la partie distale de la cuspide mésio-palatine, à la limite de la table occlusale(Figures 5B3-3B, 5F-1a, b, 5F-3a, 5F-3b).

La section triangulaire de ce rail de guidage est finement appariée avec sa structure de réception antagoniste, en forme de V, située entre les cuspides 3 et 5 de M₁ mandibulaire, sur leurs versants externes et internes (Figure 5E-5). Ce rail canalise le mouvement, en entrée de cycle, par 2 appuis externes mandibulaires entre lesquels coulisse le rail du versant interne de la cuspide disto-vestibulaire maxillaire. Ce rail vestibulaire est équilibré du côté lingual par un rail simultané mais inversé, car situé sur le versant interne de la cuspide disto-linguale mandibulaire

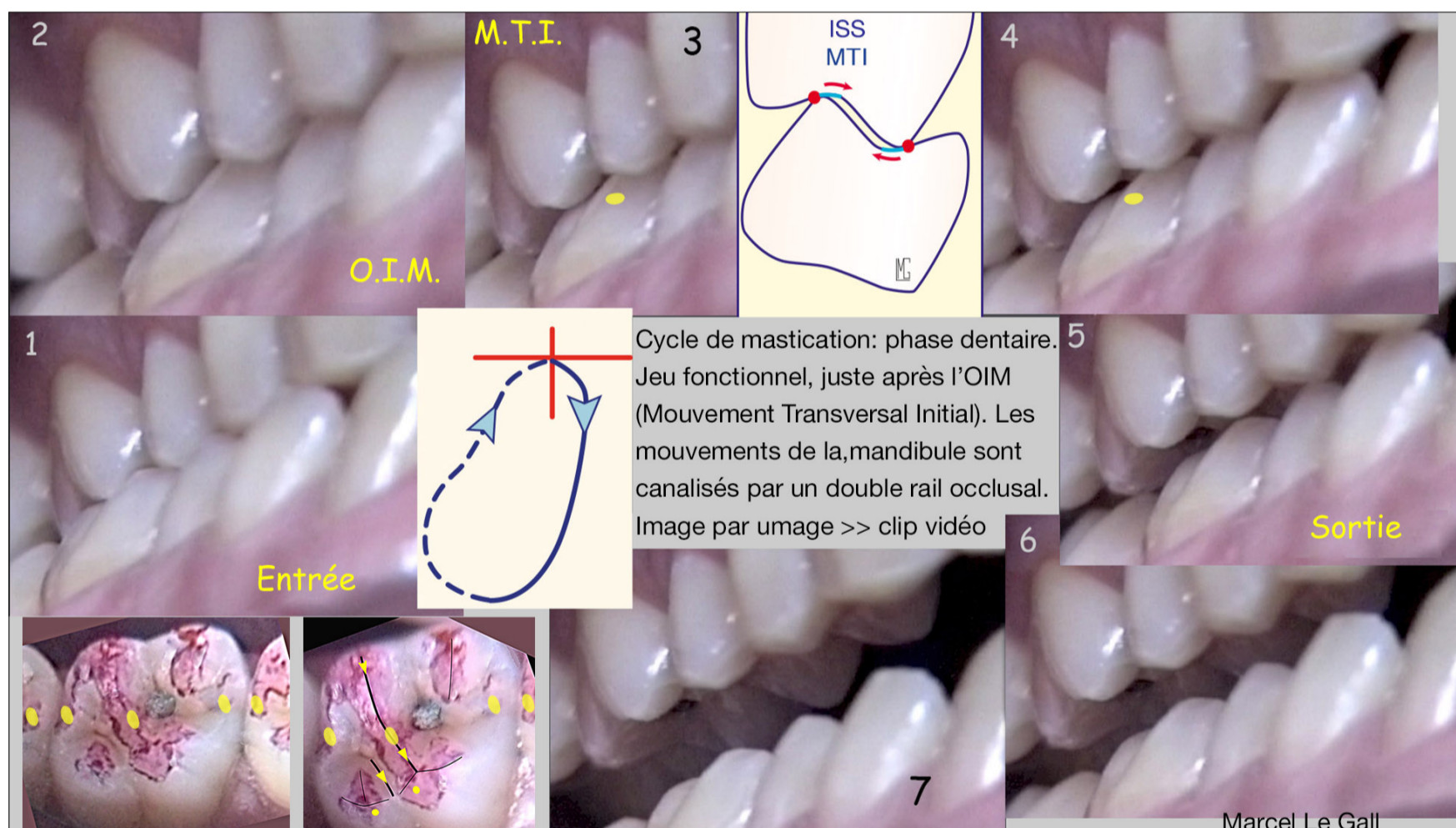


Figure 5B3-5 (1-7) Instantanés des différents temps de la phase dentaire d'un cycle de mastication droit. (images extraites du film vidéo d'un jeune homme, âgé de 25 ans).

- 1: entrée de cycle, phase de cisaillement du bol alimentaire -2: OIM
 - 3,4: lors du passage par l'O.I.M., notez le petit déplacement transversal de la mandibule. C'est un jeu fonctionnel entre les sorties de cycle qui permet à la mastication de passer l'OIM sans bloquer.

-5,6,7: la phase de sortie de cycle réalise l'écrasement des aliments. L'existence de ce glissement-écrasement entre les versants internes des cuspides palatines et des cuspides vestibulaires mandibulaires, est déterminant de l'existence même de la mastication.

La présence clinique constante de ce petit déplacement appelé Mouvement Transversal Initial (ou Immédiat), dont l'amplitude est propre à chaque patient, montre que le tripodisme bloquant de l'école gnathologique n'existe que dans les manuels. En bas à droite les schémas représentent la situation de ce MTI sur les crêtes marginales. Vidéo YouTube, cliquer sur le lien suivant: <https://youtu.be/5i9cUZRwNns>

et glissant dans le V situé entre les versants externes des 2 cuspidés palatines de M₁ (Figures 5F-1a,1b, 5F-2a,b, 5F-3a, b).

Puis, lors du passage de l'OIM, il marque une inflexion mésiale sur le pont d'émail, qui est à ce moment la seule structure de guidage active entre les cuspidés 3 et 5 de M₁. Son guidage directif se termine, en sortie de cycle, entre les versants internes des cuspidés mésio-palatine supérieure et disto-vestibulaire inférieure.

Le rail principal maxillaire est doublé à la mandibule, par un second rail en V inversé, accolé au premier. Il part de la pointe de la cuspide disto-linguale de M₁. Ce second rail est parallèle au rail maxillaire. Il est parfois peu visible lors de l'éruption de la dent, car sans pont d'émail, mais il se conforte progressivement avec l'usure des faces occlusales (Figures 5F-1a, 5F-1b).

Ces rails bénéficient d'une coordination optimale en occlusion de classe 1. Ce double rail jumelé donne à la sortie de cycle une configuration à contre-point très directive, un peu semblable à celle des herbivores, mais plus complexe, car non linéaire et en forme de virgule. (Figures 5F-2a,b).

Des guidages dentaires peuvent également exister sur les cuspidés mésiales des premières molaires. Ils sont moins constants et dépendent de la taille relative de la M₁ maxillaire et mandibulaire, et ils sont rarement canalisants.

Les guidages des dents postérieures sont accompagnés en entrée de cycle, par un glissement, sur le versant interne de la canine maxillaire homolatérale.

Lors de l'entrée de cycle, il n'y a pas de contact du côté non mastiquant, mais lors de la sortie de cycle, il en existe un sur le versant interne de la canine maxillaire contro-latérale ou de ses voisines. Ce contact est dû à la légère antéposition de la mandibule à ce moment. Il assure la limitation transversale physique et proprioceptive du cycle et provoque son ouverture (Figure 5B3-4 b).

L'orientation mésiale de l'axe de la première molaire maxillaire, ainsi que la proéminence constante de sa cuspide disto-vestibulaire (souvent non reproduite dans les manuels d'anatomie dentaire!) contribuent certainement à l'interception précoce et privilégiée du cycle de mastication, et constituent l'une des clés de l'occlusion fonctionnelle, dépassant la description statique qu'en avait fait Andrews (1972), en introduisant la dynamique masticatoire. La dynamique du cycle passe l'OIM sans entrave, car il existe au moment du passage de l'OIM un petit jeu transversal, le mouvement transversal immédiat (MTI) qui permet ce passage, de façon fluide. La présence de ce jeu personnalisé est vérifiable sur les films vidéos de mastication passés image par image (Figure 5B3-5). Sa présence constante montre que la

relation cuspidale/fosse tripodique, décrite dans les publications gnathologiques, n'existe pas naturellement dans la bouche des patients, car elle bloquerait la mastication au passage de l'OIM, en déclenchant une ouverture verticale.

Nous observons une corrélation anatomique entre la forme des cycles de mastication et ses déterminants articulaires et dentaires, c'est-à-dire :

- la morphologie occlusale des dents postérieures,
- coordonnée, en entrée de cycle (postérieure à l'OIM), avec la cinétique articulaire
- coordonnée, en sortie de cycle avec avec la cinétique articulaire et la forme de la concavité palatine des dents antérieures maxillaires.

Lors de la sortie de cycle, la mandibule se situe en légère antéposition par rapport à l'OIM et les bords libres des incisives mandibulaires traversent transversalement la concavité palatine des incisives supérieures. La présence et la forme de cette concavité est directement liée à la dynamique des cycles de mastication, alors que lors de l'incision, elle n'ont aucun rôle particulier. Cette cinétique fonctionnelle, coordonnée en 3D, se réalise sous le contrôle du seul centre de la mastication. En ce sens, il est impropre de parler de guidage antérieur seul.

Un jeu fonctionnel suffisant doit donc être ménagé au niveau de la concavité palatine de chaque dent antérieure maxillaire, afin de permettre la dynamique transversale de la mastication, en entrée et surtout en sortie de cycle (Figure 5F-5).

Lorsque les guidages de sortie de cycles postérieurs sont sous-évalués ou usés avec des rails de guidage absents, et avec une perte éventuelle de la DVO, la mandibule glisse légèrement en anté-position. Les bords libres des incisives mandibulaires entrent alors en contact, en glissant transversalement dans la concavité palatine des incisives maxillaires, d'abord pendant la sortie de cycle, puis lors du cycle entier, au fur et à mesure de l'aggravation de l'usure des dents postérieures et antérieures. C'est ce processus qui conduit progressivement à l'occlusion en bout à bout des dents antérieures, chez les homo anciens. Aujourd'hui la correction peut et doit être effectuée précocement par addition sur les tables de sorties de cycles des dents postérieures et non pas par soustraction dans la concavité palatines des incisives maxillaires.

Par contre, si une restauration fixe antérieure possède une face palatine rectiligne, il y a surguidage de la restauration. La correction consiste à rétablir la concavité palatine maxillaire par soustraction, et non pas à retoucher son antagoniste inférieure, ce qui ne résoudrait pas le problème lié à la mastication transversale.

En fin de mastication, l'enveloppe limite de guidage est atteinte et des contacts interdentaires surviennent à travers le bol, au cours des derniers cycles. Ils constituent un signal fort de déclenchement de la déglutition.

4. Cinétique articulaire

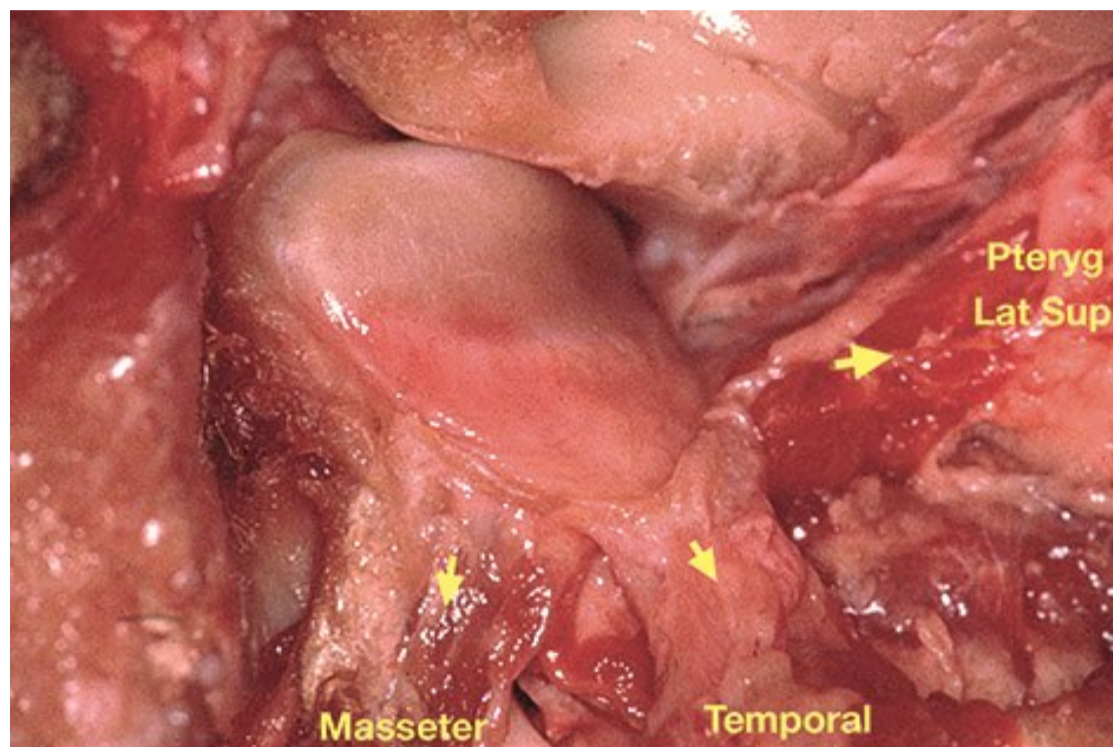


Figure 5B4-1 Du côté mastiquant. Les insertions des muscles éleveurs sur la capsule et les propriétés viscoélastiques du disque, provoquent le rapprochement des surfaces articulaires pendant la mastication et permettent aux molaires, mastiquantes, d'atteindre le contact dynamique, lors des derniers cycles avant la déglutition. (dissection JF Gaudy).

Du côté mastiquant, les propriétés viscoélastiques (Tanaka et van Eijden 2003) et la cinétique intra-articulaire du disque (fibro-cartilage interposé entre temporal et condyle), associés au recrutement des muscles capsulaires permettent le rapprochement vertical des surfaces articulaires et celui des faces occlusales des molaires, en synergie avec l'action des muscles masticateurs éleveurs. La préparation du bol alimentaire interposé entre les faces occlusales postérieures peut ainsi être réalisée, avant sa déglutition (Gallo 2005; Palla et coll 2003).

L'enveloppe limite de guidage est atteinte lors des derniers cycles de mastication lorsque des contacts interdentaires se produisent à travers le bolus. En indiquant la fin de préparation du bol, ils provoquent le déclenchement de la déglutition.

Trois faisceaux musculaires sont insérés sur l'articulation (Gaudy et col.1992): le faisceau supérieur du ptérygoïdien latéral est inséré sur le disque et la capsule, un faisceau émanant de la couche moyenne du masséter profond postérieur et un autre de la partie profonde du temporal postérieur, sont insérés sur la capsule. Ils sont disposés en éventail et leur contraction est synergique de celles des muscles éleveurs, ce qui permet à la cinétique articulaire de s'asservir au guidage dentaire (Figure 5B4-1). Le disque est en fait une partie du tendon du PL Sup, avec des capacités fonctionnelles supplémentaires. Le rapprochement vertical des

surfaces articulaires, grâce à la plasticité adaptative du disque (Jaisson et coll. 2011) et de tout l'appareil capsulo-discal, n'est pas reproductible sur les articulateurs classiques, (Figure 3-17 à 3-19) ce qui ne leur permet pas de simuler la mastication (Figures 5B3-1 à 5B4-1). **La vérification et l'équilibration finale de la mastication devra donc être réalisée en bouche.**

En résumé, ce sont les couples premières molaires qui ont assuré, les premiers, le guidage de la mastication adulte, car le schéma de mastication définitif s'est d'abord installé sur ces molaires, puis sur les prémolaires bien avant l'émergence et la mise en occlusion des canines. En occlusion de type 1 (classe 1 d'Angle), les faces occlusales des premières molaires sont l'image en relief inversé, l'une de l'autre, avec un petit jeu fonctionnel et quelques sillons secondaires d'échappement pour le bolus. Le rail du pont d'émail et ses homologues sont directement opérationnels en Type 1 (Classe 1). Ils permettent la canalisation des couples premières molaires dans les trois plans de l'espace, ce qui leur donne une grande stabilité pendant l'installation de l'occlusion. Ils restent actifs chez l'adulte, du moins tant que les faces occlusale conservent leur anatomie initiale.

Les versants des molaires qui réalisent la préparation du bolus présentent très précocement de petites facettes d'usure. Ces dernières s'amplifient de façon plus ou moins importante avec le vieillissement, en fonction du niveau d'abrasivité du régime alimentaire et de la puissance masticatoire (Figure 5E-6).

L'évolution générale de ce modèle, par usure et biocorrosion du déterminant dentaire, lui fait perdre progressivement ses caractéristiques occlusales, allant même jusqu'à le détruire complètement, dans certains cas, fréquents et précoces autrefois, mais plus rares et tardifs, aujourd'hui.

La complexité de ces faces occlusales omnivores n'a pas permis une réponse adaptative satisfaisante pour compenser cette usure, par régénération, comme chez les herbivores. Compte tenu de la grande abrasivité des végétaux, due à la présence de phytolithes et d'abrasifs externes dans le bolus (Figures 3-6, 3-7), ce sont les versants internes des cuspides palatines, opposés aux versants internes des cuspides vestibulaires mandibulaires qui présentent l'abrasion la plus rapide, car ce sont eux qui réalisent l'écrasement fin du bol alimentaire, donc des végétaux, et de tous les aliments consistants, pendant la phase de sortie de cycle. Cependant il y a eu au moins une tentative de réponse adaptative qui sera développée plus loin. En dehors des abrasions fonctionnelles, certains phénomènes para-fonctionnels, comme le bruxisme peuvent affecter l'espèce humaine et amplifier l'usure

dentaire de façon plus ou moins importante. Leur existence dans le monde animal, est une question sans réponse, pour le moment.

C- CYCLES MASTICATOIRES DE L'HOMME

Différentes phases d'un cycle masticatoire

Les enregistrements montrent que la mastication se traduit par une série de cycles successifs de la mandibule qui aboutissent à la fragmentation et au broyage du bol alimentaire avant sa déglutition. (Yeager 1978, Lundeen et Gibbs 1982, Pröschel 1987, Lauret et Le Gall 1994, 1996 Le Gall M. et Lauret J-F 2008, 2011).

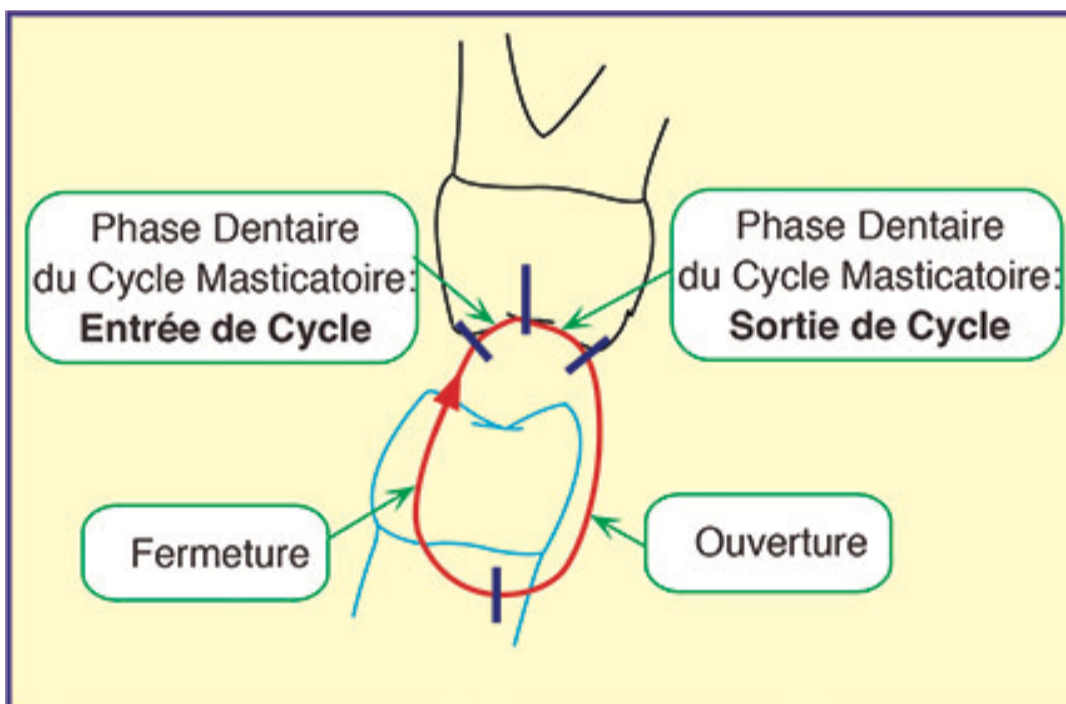


Figure 5C-1 Différentes phases d'un cycle de mastication. Un cycle de mastication se compose d'une phase dentaire et d'une phase d'ouverture-fermeture, qui réalise la fin du cycle précédent, suivie de la préparation du suivant. La phase dentaire efficiente est subdivisée en une entrée dentaire de cycle et un une sortie dentaire, avant et après le passage par l'OIM.

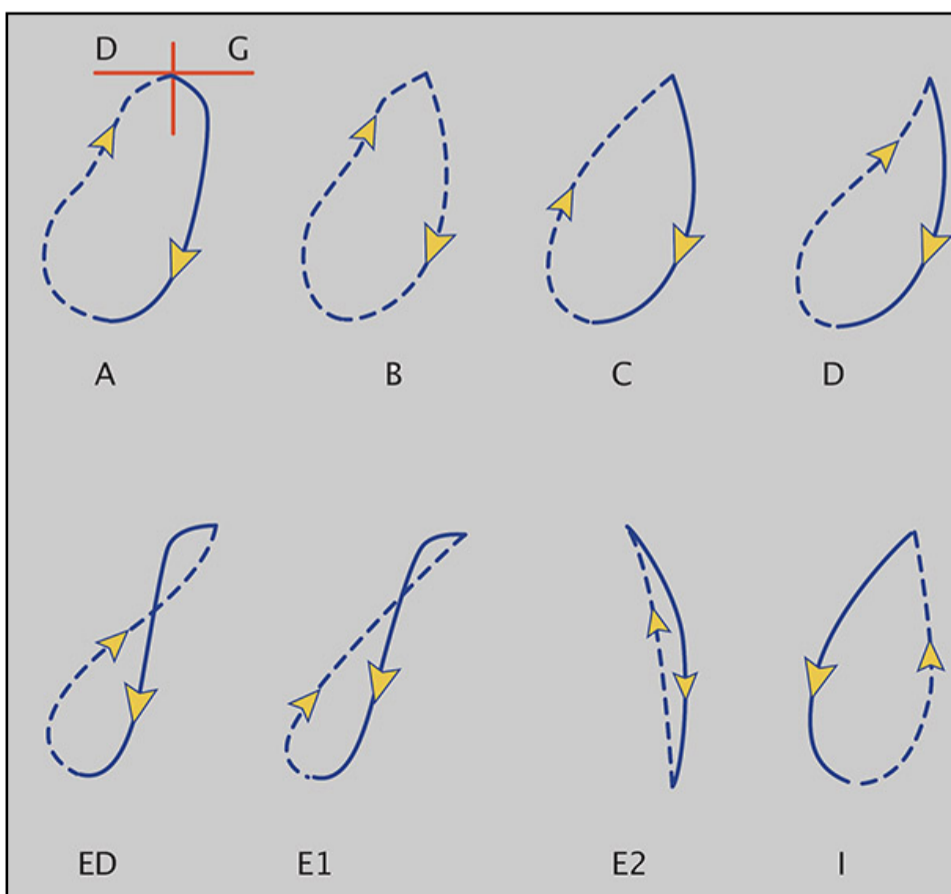


Figure 5C-2: Cycles de mastication selon Pröschel, le cycle A représente 50% des cas, c'est la forme optimale et la plus efficiente, généralement observée en classe 1 d'Angle. La signification des cycles B, C et D n'était pas encore connue. Certains sont pathologiques et d'autres pas, sans pouvoir en préciser la raison, à l'époque.

Un cycle de mastication, d'orientation centripète, peut être divisé en deux phases:

- Une phase de préparation, à distance des dents, qui commence par une ouverture, après la sortie dentaire du cycle précédent, suivie d'une fermeture qui conduit à l'entrée dentaire du cycle suivant. Cette phase a l'aspect d'une boucle, décalée latéralement du côté mastiquant.
- Une phase dentaire située à l'apex du cycle, elle-même subdivisée en une entrée dentaire de cycle et une sortie dentaire de cycle, avant et après le passage par l'OIM
- Les enregistrements révèlent que la phase occlusale des cycles est guidée avant l'OIM, sur les versants dit "travaillants" et après le passage de l'OIM, sur les versants classiquement dénommés "non-travaillants". Comme ce terme est impropre, tous ces versants ont été appelés, "mastiquants" (avec entrée et sortie de cycle de mastication) pour plus de cohérence et les différencier des versants non mastiquants (Figures 5C-1 à 5C-5).
- Une grande variété de formes de cycles ont été enregistrés.
- La forme ample et régulière (Figure 5C-2 A) est considérée comme optimale par Pröschel (1987) et représente 50% des cas. Mais sans qu'il puisse donner la signification de la majorité des autres formes, certaines étant accompagnées, ou non, de pathologies diverses (Figure 5C-2 B,C,D).

La description de la forme des cycles de mastication par Jones et d'Amico est très incomplète et ne correspond que très partiellement aux descriptions de la cinétique et des actions musculaires qui en ont été faites ultérieurement (Figures 5D-1 to 5D-4). De plus il a déjà été écrit que l'absence ou le déficit d'entrées sensorielles, résultant de faces occlusales mal coordonnées, réduit les forces de mastication et a une incidence directe sur la forme et la réduction de l'amplitude des cycles de masticatoires (Johnsen et Trulsson 2003a p1486).

La forme d'un cycle n'est pas une donnée figée (Le Gall et Lauret 1998), elle est déterminée par l'équilibre des guidages dentaires postérieurs et antérieurs avec celui de l'ATM, donc à l'équilibre des entrées sensorielles dentaires et articulaires.

Il est clair aujourd'hui que la forme d'un cycle de mastication, cisailant ou tronqué d'une partie de son enveloppe fonctionnelle, peut être facilement modifiée par addition de composite test, et retrouver son enveloppe optimale. Du moins dans les nombreux cas dont l'étiologie est occlusale. D'où l'intérêt des tests d'adjonction réversibles qui permettront de faire directement le traitement étiologique ou de réorienter rapidement le patient en cas d'insuccès (Le Gall et Lauret 1998).

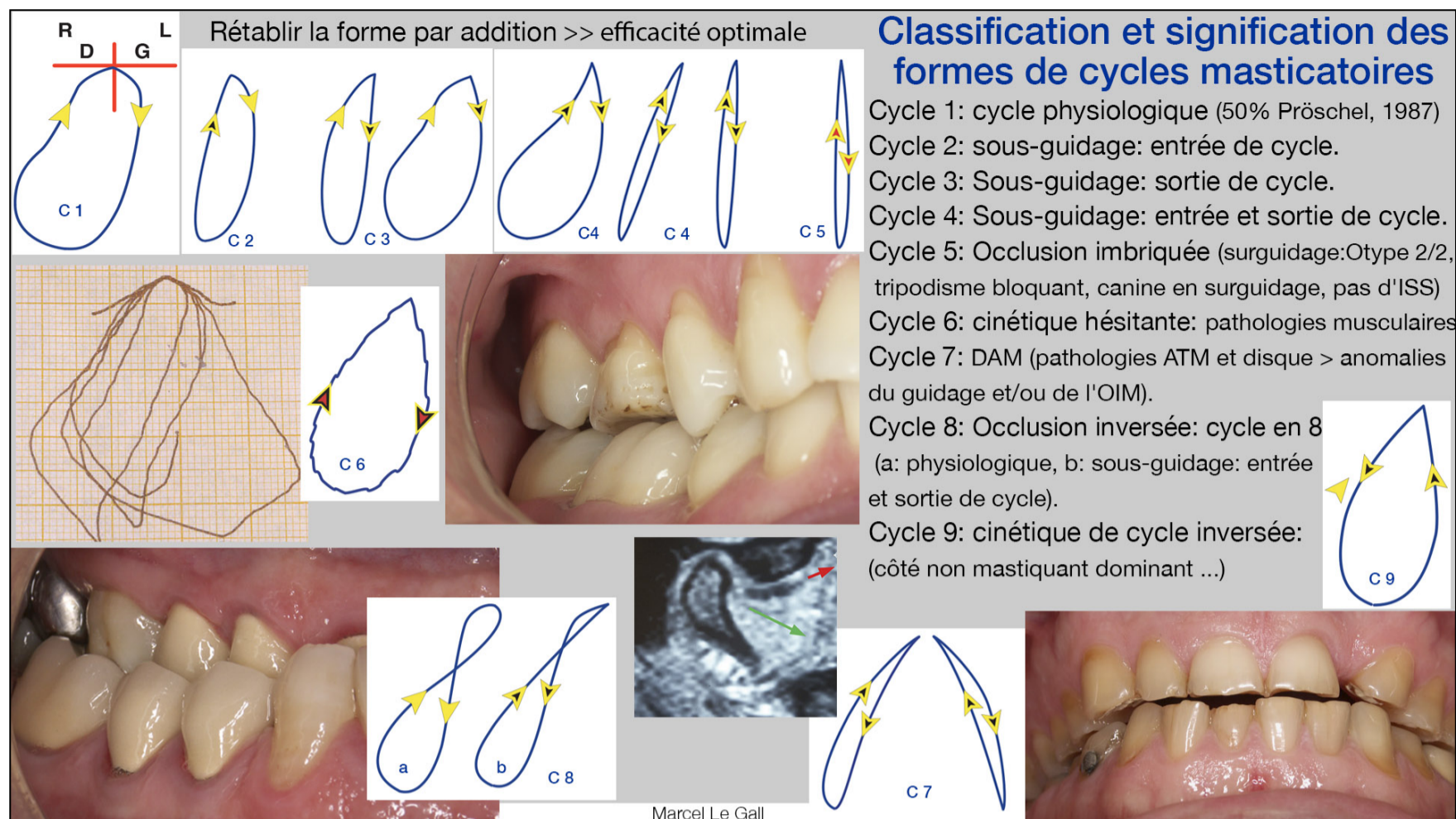


Figure 5C-3 Proposition d'une nouvelle classification des cycles de mastication dans le plan frontal, proposés par les auteurs (Replicator®, Sirognathograph®, Zebris®). Les cycles C1 sont physiologiques. Les C2,3,4, résultent de sous-guidage occlusal, responsable du déficit d'informations proprioceptives sous-jacentes et de la déformation des cycles (Johnsen SE and Trulsson M. 2003a p1486). Leur forme est modifiable par addition afin de rétablir et d'équilibrer les informations transmises aux mécano-récepteurs parodontaux, ce qui permet la levée des mécanismes de protection et le rétablissement immédiat de la forme et l'efficacité optimale des cycles. Pour les cycles C5 en surguidage, la forme peut être rétablie par traitement ODF ou soustraction. Les cycles C7 inversés nécessitent une réhabilitation occlusale complète des deux arcades par addition. Les cycles C9 résultent d'interférences articulaires mécaniques diverses. Ils peuvent être partiellement, totalement, ou pas du tout, améliorés par addition. Mais le test d'addition doit être fait pour le savoir. Voir vidéo Youtube: <https://youtu.be/Heo8c8KM4WY>

Des vidéos de correction de formes de cycles sont disponibles en ligne sur le site www.mastication-ppp.net ou accessibles directement sur des vidéos YouTube : <https://youtu.be/-QBFdJJzCwKc> <https://youtu.be/OB9t3sYEazw>

Au cours de la croissance, c'est l'anatomie occlusale et les relations d'occlusion dynamique des couples de premières molaires qui façonnent les cycles de mastication et guident la conformation adulte de l'ATM. Plus tard, si leur morphologie occlusale est perdue, c'est la mémoire de forme de l'articulation, qui permettra de reconstruire les faces occlusales par addition et de retrouver leur anatomie fonctionnelle perdue. En commençant par les couples M₁, puis P₂ et P₁ et C. Si nécessaire, les I₂, I₁ et M₂ peuvent également être reconstruites par la suite, afin de rétablir l'efficacité maximale de l'ensemble.

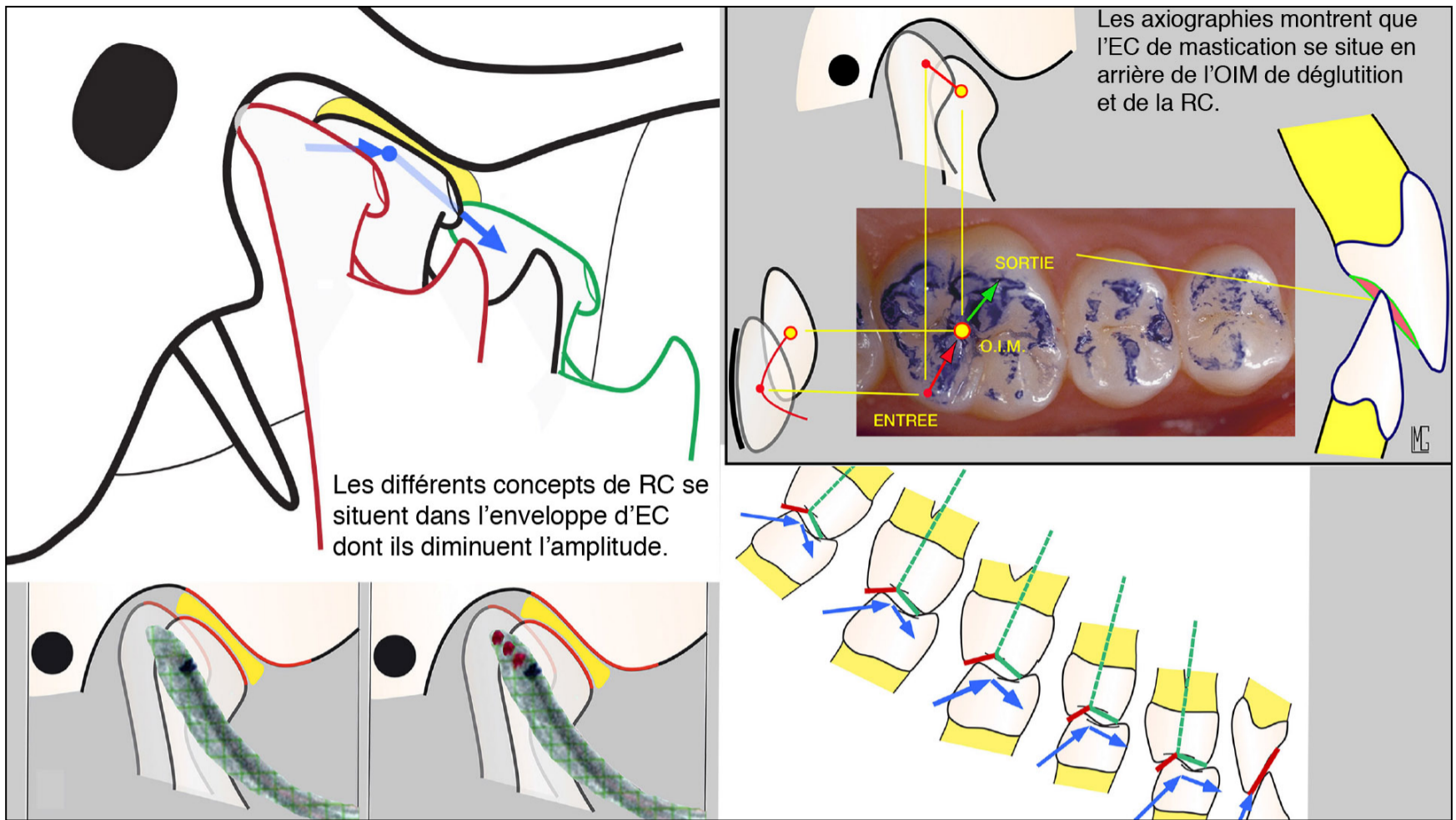


Figure 5C-4 Les différents concepts de RC ont été localisés dans l'enveloppe limite postérieure d'entrée de cycle, dont ils diminuent plus ou moins l'amplitude, en fonction de la manipulation. Les données axiographiques montrent que l'enveloppe limite postérieure d'entrée de cycle de mastication est située en arrière de l'OIM et de la RC.

	<p>EC RC Relation Centrée OIM Occlusion d'Intercuspitation Maximale EC SC Sortie de cycle Entrée de cycle</p>	<p>Classe 1: Normalité</p> <ul style="list-style-type: none"> -Forme de banane -Harmonieux -Concave vers le haut -Incision différenciée de la mastication 	<p>CR Centric Relation MIO Maximum Intercuspitation Occlusion Cycle Output CO CR MIO CI Cycle Input</p>
	<p>Classe 2₁</p> <ul style="list-style-type: none"> -Proche de la classe 1 -Point d'inflexion 	<p>Désunion condyle/disque</p> <ul style="list-style-type: none"> -Forte pente -Amplitude limitée -Peu de concavité -Rectiligne 	
	<p>Classe 2₂</p> <ul style="list-style-type: none"> -Forme quadrangulaire -Mouvement transverse -Forte pente -Amplitude faible. Peu concave -Dépasse le plan axio-orbitaire 	<p>Sub-Désunion</p> <ul style="list-style-type: none"> -Point d'inflexion -Sigmoïde 	
	<p>Classe 3 (biproalvéolie)</p> <ul style="list-style-type: none"> -Point d'inflexion -Ne dépasse pas le plan axio-orbitaire -Peu d'incision -faible pente 	<p>Collage-Discal</p> <ul style="list-style-type: none"> -Goutte -Contourne le disque <p>Docs Dr Roger Joerger</p>	

Figure 5C-5 Proposition d'une nouvelle classification évolutive des cycles de mastication, dans le plan sagittal, proposés par les auteurs. Les cycles sont, enregistrés par axiographie.

Lorsque les faces palatines des canines supérieures (et/ou le volume des inférieures) ont été restaurées par addition en coordination avec les guidages postérieurs d'entrée de cycle, il est notable que les canines du côté mastiquant assurent ensuite seules le guidage du mouvement de latéroclusion s'il est demandé (muscle recruté: le PLI controlatéral diducteur et abaisseur). Ce mouvement se réalise alors avec sa valeur naturelle de désocclusion. Cette cohérence fonctionnelle confirme indirectement que c'est bien les couples M_1 qui ont guidé l'émergence et imposé la position des canines lors de leur arrivée tardive sur l'arcade.

En occlusion de classe 1, les premières molaires mandibulaires qui ont seules conservé la morphologie ancestrale à 5 cuspides, sont l'image inversée de leurs homologues et guidées dans leurs relations dynamiques par la présence de rails jumelés, dont le principal suit le pont d'émail et une partie du motif Y5 (Fig. 5E-5, 5E-6, 5F-1,5F-2). Pour restaurer leur capacité fonctionnelle,

lorsqu'elles sont usées, il suffit en classe 1 d'Angle de reconstruire les cuspides aux mêmes emplacements, par un test de "composite-up", en respectant les courbes et en les appariant finement, par simulation de la mastication. Par contre, lorsqu'ils sont en classe 2 ou 3, résultant de dysmorphoses de croissances ou autres, et que la position des dents n'est pas modifiable, il est généralement possible et nécessaire de modifier leur morphologie occlusale, par "composite-up". En déplaçant les cuspides, afin de les faire fonctionner de manière coordonnée comme en type 1. Ce qui permet de rétablir leur rôle de guidage/écrasement transversal et leur fonctionnement optimal. *Voir vidéo YouTube: <https://youtu.be/2GAsyxStD0Q>*

Dans ces conditions, il est fréquent d'observer qu'un secteur mastiquant, inutilisé auparavant peut, après équilibration par adjonction de composite, supporter instantanément la mastication et devenir le côté fonctionnel dominant.

Quand la technique d'addition est maîtrisée elle est réalisable avec succès en pratique habituelle.

D- MUSCLES ET CYCLES DE MASTICATION

Les muscles masticateurs sont des muscles à structure penniforme ou semi-penniforme, composés de fines couches musculo-aponévrotiques alternées. Cette organisation est le reflet d'une spécialisation fonctionnelle, bien adaptée à la mastication, car elle permet à des muscles courts de développer une puissance considérable, pratiquement sans déplacements (Gaudy et col.1992).

Dans ses articles, d'Amico n'a rien écrit concernant les actions musculaires comparées entre le mouvement de latéralité et la cinétique de mastication centripète (absence d'études électromyographiques). Pourtant la contraction des faisceaux des muscles élévateurs (Wood 1986, 1987) et de leurs insertions articulaires (Gaudy 1992) sont déterminantes du rapprochement des dents postérieures pendant la mastication (Figures 3-13 à 3-16, 5B4-1, 5D-1 à 5D-4). Ce qui n'est pas le cas pendant le mouvement de latéralité, provoqué par le recrutement du ptérygoïdien latéral inférieur, contro-latéral qui est abaisseur et diducteur. Dans ces conditions la désocclusion des dents postérieures est réalisée par la canine homolatérale.

Les fonctions et vecteurs d'action des différents faisceaux des muscles masticateurs, ainsi que leurs conséquences sur la posture de la mandibule et les rapports d'occlusion étaient encore imprécis, à l'époque de d'Amico. Ils ont été complétés depuis par de nombreuses publications qui concernent l'anatomie des différents faisceaux musculaires (Gaudy J.F 2007), leur recrutement en synergie ou en opposition et leurs rôles respectifs pendant les différentes phases de la mastication (Figures 5B3-1 à 5B3-4 5B4-1 à 5C5).

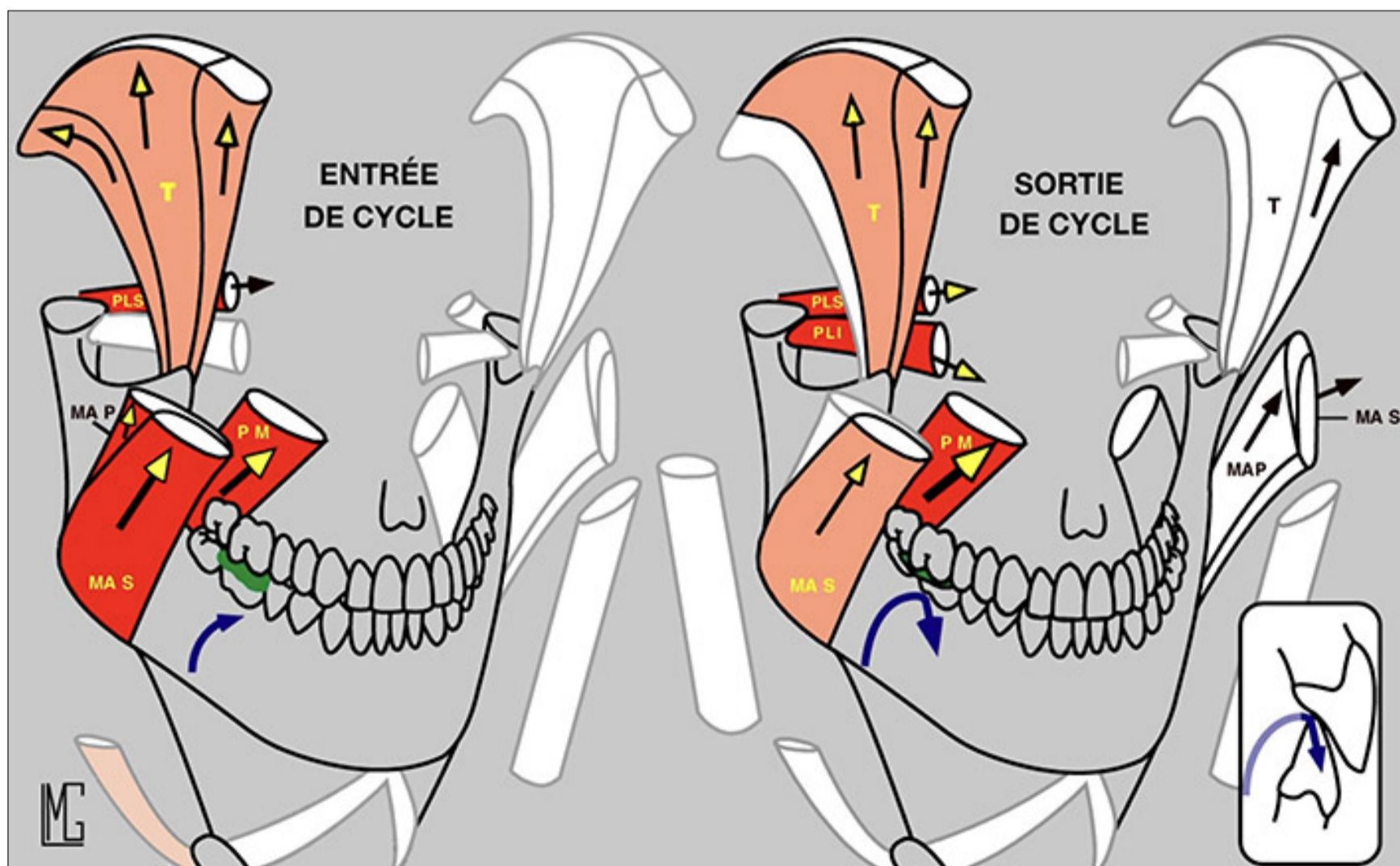


Figure 5D-1 Les muscles recrutés, pendant la phase dentaire de la mastication, sont presque exclusivement des muscles élévateurs (Wood 1986, 1987). Ils permettent le rapprochement des molaires qui écrasent les aliments du côté mastiquant. Cette cinétique est très différente de celle du mouvement de latéroocclusion.

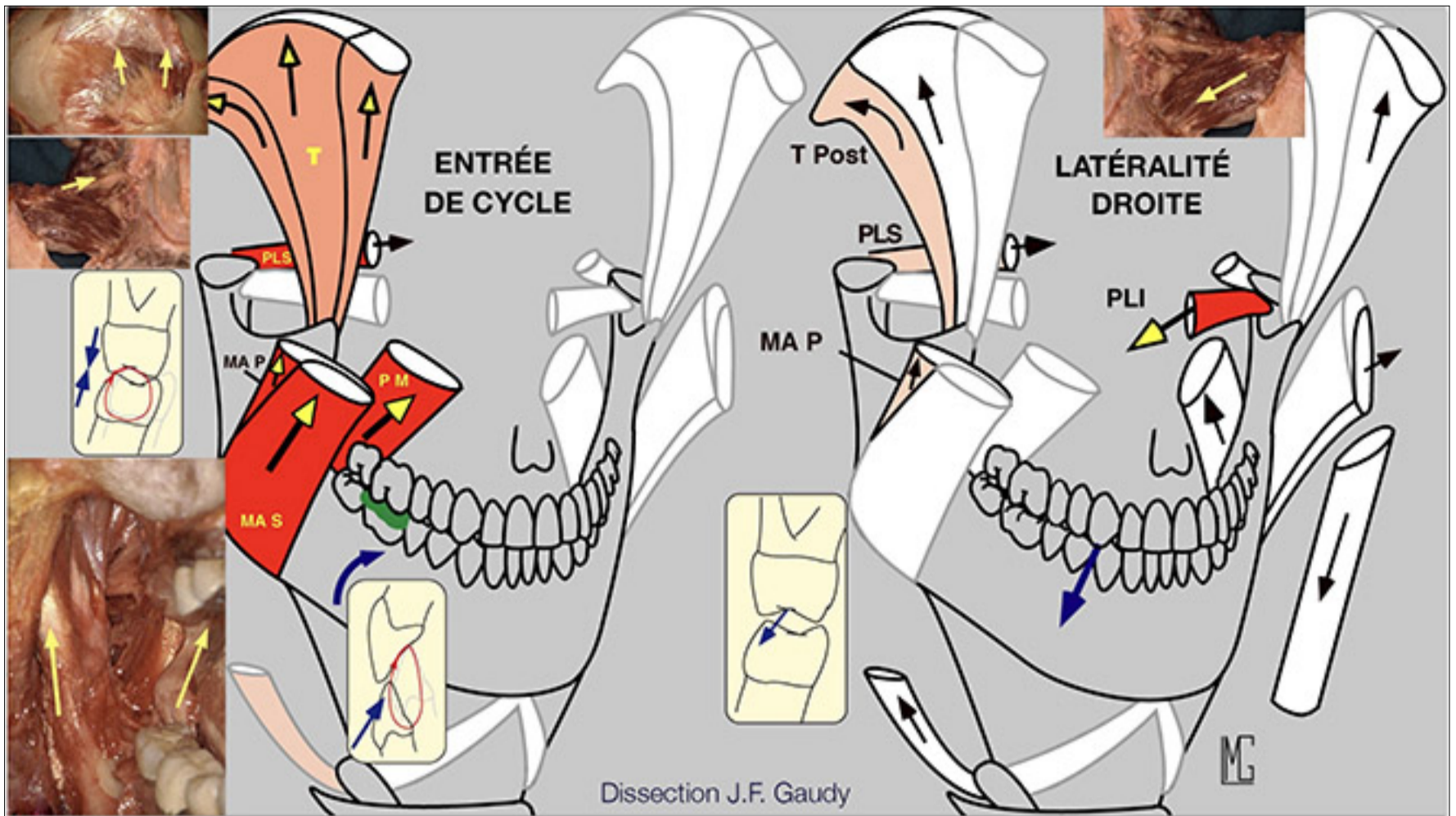


Figure 5D-2 Comparaison entre un cycle de mastication droit et un mouvement de latéralité droite. Les muscles en action sont totalement différents et d'orientation opposée. Les muscles élévateurs (M, PM, T, PLS) pendant le cycle droit, en orientation centripète, avec des contacts dentaires d'entrée de cycle. Le muscle PLI non mastiquant qui est abaisseur et diducteur pendant le mouvement de latéralité droite, en orientation inverse. Avec désocclusion canine droite et sans contacts postérieurs.

Des travaux détaillés ont associé des études électromyographiques à celle des mouvements de mastication (Sessle 1976; Steiner 1974; Horio et Kawamura 1989; Wood 1986, 1987) Des scénarios nécessairement simplifiés, issus de ces travaux, sont proposés figures 5D-1 à 5D-4, ou sur les publications et ouvrages (Le Gall et Lauret, ouvrage ed. 2008, 2011), ou accessibles en ligne (www.mastication-ppp.net).

La mastication est unilatérale et alternée. Elle est composée d'une série de cycles successifs de la mandibule qui réalisent la comminution du bol alimentaire, entre les dents, avant sa déglutition. La phase préparatoire d'ouverture commence après la sortie dentaire du cycle précédent. Elle est provoquée par la contraction coordonnée des deux ptérygoidiens latéraux Inférieurs (PLI) et des deux digastriques antérieurs (DA) qui gèrent l'amplitude verticale et transversale de l'ouverture du cycle. Dans la phase de retour qui suit, le déport externe et l'amplitude de la fermeture sont d'abord provoqués par le recrutement du PM, non mastiquant, coordonné ensuite avec le PM mastiquant. Ils sont vite accompagnés par la mise en action de tous les élévateurs du côté mastiquant, et du digastrique postérieur (DP) qui met la mandibule

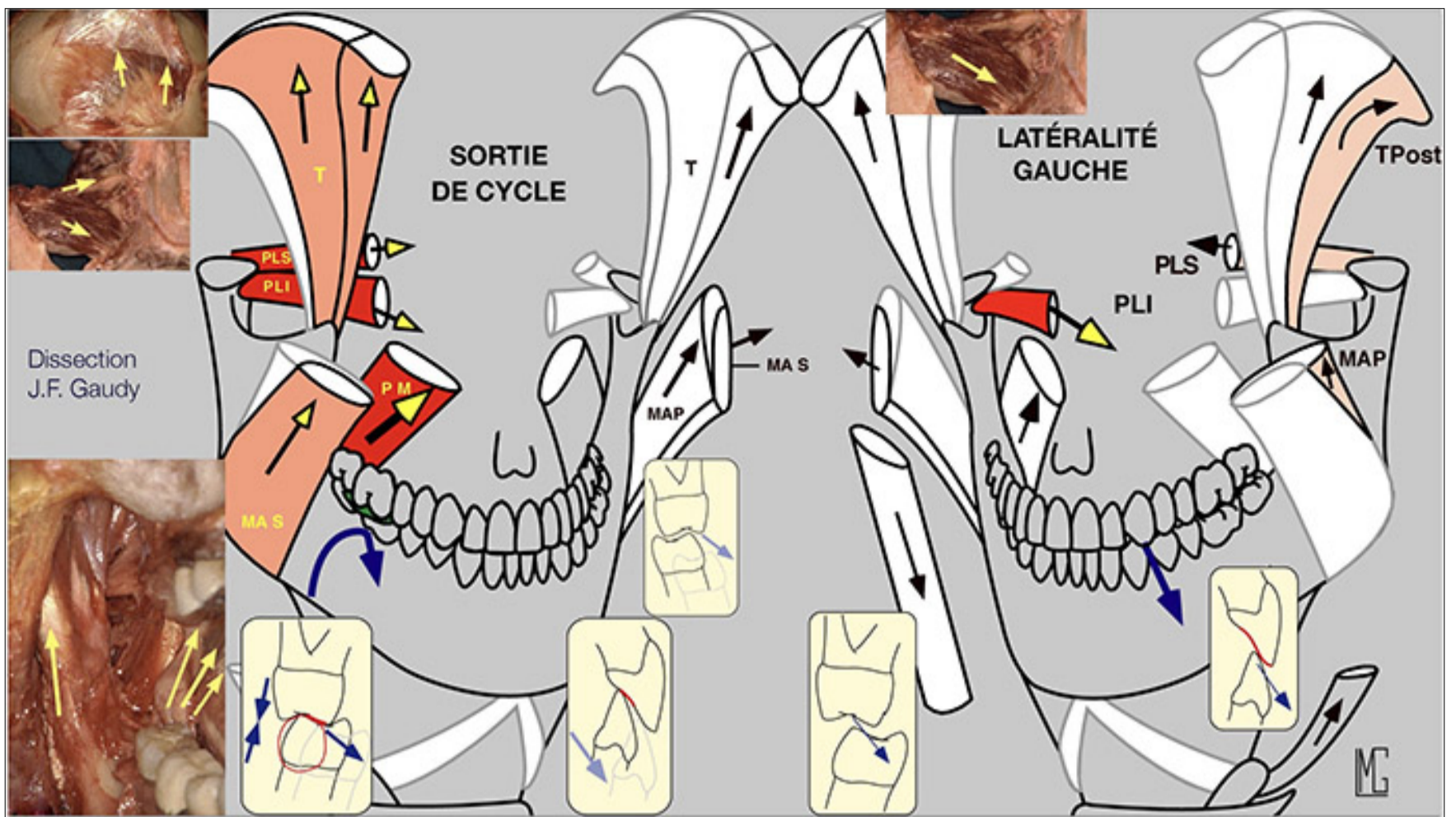


Figure 5D-3 Lors de la sortie de cycle droite et d'un mouvement de latéralité gauche, de même orientation, les muscles recrutés sont les suivants: -Lors de la sortie de cycle centripète, les éleveurs (PM, M, T, PLS) et le PLI, diducteurs et abaisseurs, sont en action. Avec des contacts interdentaires postérieurs de sortie de cycle côté mastiquant et sur la canine côté non mastiquant.- Pendant le mouvement de latéralité gauche, de même orientation, seul le PLI abaisseur et diducteur est recruté. Avec désocclusion par la canine gauche et aucun contact du côté droit.

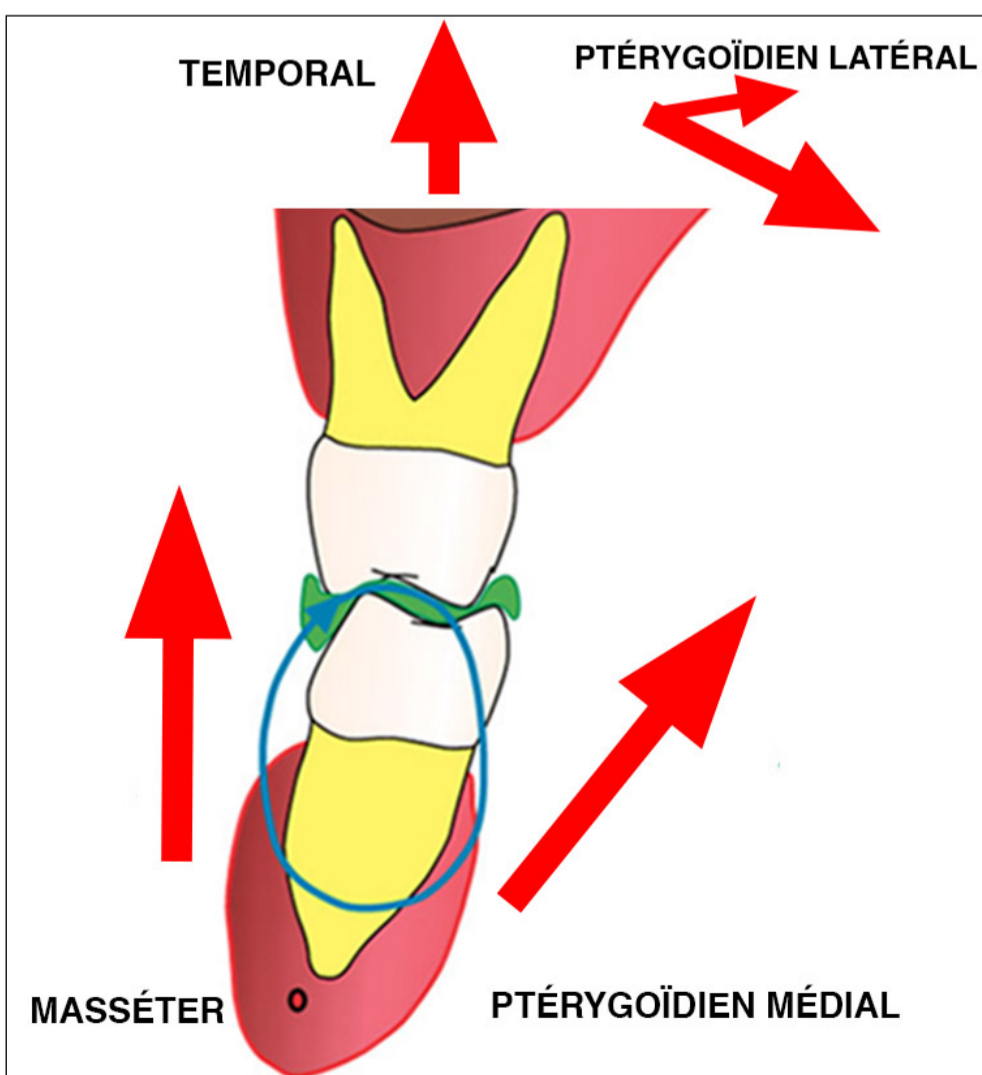


Figure 5D-4 Sortie de cycle, en vue frontale. PM-PLI:
 - addition des composantes horizontales latéro-médiales,
 - opposition des composantes verticales. Adaptation instantanée de la puissance d'écrasement à la texture du bol alimentaire et l'orientation des tables de sortie de cycle (efférences proprioceptives/recrutement musculaires).
 Forces puissantes d'écrasement-glissement transversales entre les tables de sortie de cycle.

dans une position latérale et rétractée, juste avant le premier contact dentaire d'entrée de cycle, qui se produit en orientation centripète, vers l'OIM. La montée en puissance coordonnée des muscles temporal (T), masséter (M), PM et du PL, du même côté, est responsables du rapprochement des faces occlusales postérieures et de la cinétique d'affrontement des dents, qui permet la préparation du bol avant la déglutition (Figure 3-13 à 3-16).

Les muscles masséter et ptérygoïdien médial sont des éleveurs puissants qui développent leur action de façon partiellement symétrique à partir de la partie distale et angulaire du corps de la mandibule:

- l'un du côté externe,
- l'autre du côté interne.

Ils sont coiffés par le muscle Temporal dont le point d'application des forces élévatrices est situé sur le processus coronoïde, au dessus du plan occlusal, avec soit une action élévatrice seule, ou partiellement propulsive ou rétropulsive. En complément à son action d'écrasement, ce muscle a un rôle positionneur de la mandibule dans le plan sagittal.

La résultante des forces appliquées lors du recrutement du masséter, part de la partie externe de l'angle goniale avec une action élévatrice, verticale ou diagonale postéro-antérieure. Ce muscle est très actif pendant l'entrée de cycle, cisailante, en association avec le temporal et le ptérygoïdien médial qui donne au mouvement d'entrée sa composante latéro-médiale

La résultante des forces appliquées, par le recrutement du ptérygoïdien médial, vient de la partie interne du gonion, avec une orientation diagonale postéro-antérieure et latéro-médiale. **C'est le muscle de la puissance d'écrasement antéro-transverse de la sortie dentaire de cycle** (Figure 5D-3, 5D-4).

Son action coordonnée avec celle du PLI homolatéral, abaisseur et diducteur, réalise un mouvement d'écrasement-glisement, guidé par les rails occlusaux des M₁, vers la canine contro-latérale. Hormis les rails, les tables de sortie sont relativement planes et congruente avec de petits sillons d'échappement, qui facilitent la fragmentation fine du bol.

En entrée de cycle, la cinétique musculaire génère des forces plutôt verticales. Elles sont supportées par 2 racines vestibulaires légèrement divergentes dans le plan sagittal. Les forces de la sortie de cycle qui suit ont une orientation diagonale latéro-médiale antérieure. Une corrélation anatomique est fréquemment observée entre la table occlusale de sortie de cycle, et l'axe de la racine palatine de M₁ maxillaire massive, dont l'orientation est sensiblement parallèle au PM et orthogonale à la table de sortie.

De plus, c'est cette architecture en trépied qui permet de dissiper les forces de mastication de sortie de cycle, dans un os de qualité médiocre, alors que son antagoniste mandibulaire n'a besoin, pour dissiper les mêmes forces, que de deux racines, implantées dans un os aux corticales épaisse, avec une surface portante radiculaire moindre.

La position et l'association des M, T PM et PL donne une efficacité remarquable à la mastication. A condition que les entrées sensorielles dentaires et articulaires soient équilibrées ce qui implique une anatomie occlusale en harmonie avec la cinétique articulaire. Si cet équilibre existe, il peut se maintenir dans le temps avec une usure coordonnée des surfaces dentaires et articulaires (Mongini 1992). Par contre si l'anatomie occlusale est modifiée brutalement ou trop rapidement, avec installation de sous-contacts ou de sous-guidages, les structures articulaires, qui ne peuvent pas supporter de contraintes, n'ont pas le temps de s'adapter à cette situation. La conséquence est une déformation des cycles, qui pourront même être totalement verticalisés, avec une diminution importante de la force musculaire et de l'efficacité fonctionnelle (Johnsen et Trulsson 2003). Il est étonnant que ce modèle naturel et ses convergences anatomo-fonctionnelles soient encore ignorés aujourd'hui, alors qu'elles ont été observées dans de nombreux travaux d'anatomie, publiés depuis Jones et d'Amico.

E. D'AMICO ET LA MASTICATION

D'Amico traite de la mastication en citant presque in extenso un article de H. Jones de 1947. Ce dernier décrit ainsi la mastication: *"... En bref, la mandibule est poussée latéralement de sorte que les cuspides vestibulaires des dents postérieures inférieures occluent avec la bordure latérale des cuspides vestibulaires des dents maxillaires de ce côté. Ensuite, les muscles ptérygoïdiens internes, temporal et masséter écrasent ensemble les dents qui occluent et en même temps la mandibule se déplace médialement et légèrement vers le haut jusqu'à la position d'occlusion centrée."*(Jones p 256 ,cité par d'Amico 1958 N°2, point N°15). La description de Jones, pourtant succincte, est déjà en accord avec nos connaissances actuelles de l'entrée de cycle de mastication(Figure 5B3-1, 5B3-2). Les propositions ultérieures de d'Amico seront contraires à ces descriptions car la prééminence du guidage de la mastication sera laissée à la canine, comme sur les articulateurs. Jones continue: *"La mastication est de latérale à médiale et unilatérale, les dents du côté opposé (non mastiquant) n'étant définitivement pas en contact: le bol alimentaire est gardé de ce seul côté, au moyen de la langue et des dents, là où les contraintes de cisaillement ont lieu"*.

(Jones p 256 ,cité par d'Amico 1958 N°2 point:15) La description, par Jones, s'arrête au passage en occlusion maximale. La deuxième partie dentaire du cycle (la sortie dentaire) n'est pas décrite, alors qu'il s'agit de la partie écrasante du cycle (Figures 5B3-2, 5B3-3). Jones considérait-il qu'elle ne devrait pas exister et que la première partie du cycle devrait être suivie d'une ouverture verticale? Ce n'est peut être pas étonnant car chez les aborigènes Australiens vivants dans des conditions primitives, avec un régime alimentaire abrasif, les sorties cycles molaires étaient déjà totalement usées lorsqu'il les a observées. Dans ces conditions, il n'est pas étonnant qu'il ne les ait pas décrites car elles n'existaient plus et/ou qu'il considérait cette usure comme étant anormale.

Cependant il y a une certaine incohérence à ignorer les versants internes des cuspidés palatines supérieures et de leurs opposées, alors que ce sont ces versants de sortie de cycle, composante d'écrasement/broyage, qui servent le plus et qui s'usent donc le plus rapidement, en particulier sur la nourriture végétale abrasive, jusqu'à provoquer l'inversion du plan d'occlusion frontal normalement orientée selon une courbe décrite par Wilson (Monson a d'abord décrit cette courbe et celle de Spee comme étant intégrées à une même sphère de 8 pouces, ce qui n'a pas été validé). Ackerman a qualifié ces courbes d'hélicoïdales, c'est l'usure des tables de sortie de cycle des molaires qui donne cette forme hélicoïdale au plan occlusal. Ce phénomène est régulièrement observé dans toutes les populations anthropoïdes anciennes avec un répertoire alimentaire très abrasif (dur, cru, végétal ou autre) et étant donné leur constance en situation sur les sorties de cycles elles ne peuvent pas être confondues avec des para-fonctions de type bruxisme (Figures 5E-6, 5F-4).

A ce propos, Jones (1947) a observé des adolescents aborigènes australiens vivant dans leur milieu natif traditionnel, dont les dents étaient déjà toutes usées et les incisives précocement en rapports de bout à bout. Ils les a comparés à un groupe d'autres jeunes aborigènes élevés dans des missions et ayant bénéficié d'un régime pas du tout ou peu abrasif, de type occidental. Ces derniers présentaient une usure occlusale postérieure très réduite et avaient conservé la relation naturelle de supraclusion des incisives maxillaires. Il en a conclu que l'occlusion e bout à bout n'était pas un caractère héréditaire, mais acquis secondairement.

Ses constatations auraient pu être utilement complétées par l'observation de la mastication sur ces jeunes aborigènes. Ainsi, il aurait pu mieux comprendre comment l'attrition et l'inversion de l'orientation du plan d'occlusion se sont réalisées aux dépens des tables de sortie de cycles, avec une perte de la dimension verticale et une mésialisation progressive de la mandibule, jusqu'au bout à bout incisif. Mais c'était probablement trop tôt, rapporté à ses

connaissances succinctes de la mastication, en particulier celles des sorties de cycles, et aux concepts d'occlusion balancée en dentition naturelle, encore enseignés à l'époque, et qu'avec d'Amico, il leur fallait contrer.

Les observations de Jones sur le bout à bout incisif ont été confirmées par celles de d'Amico sur les indiens Maidu de Californie (D'Amico N°5 Mai 1958). Sur les sujets observés, l'occlusion en bout à bout est donc un caractère acquis et pas un caractère héréditaire.

A propos de l'anatomie occlusale des molaires, D'Amico (N°1 1958) cite également Gregory et Hellman qui ont écrit en 1939:

"Les molaires inférieures des grands singes et des hommes primitifs montrent diverses modifications de ce que nous avons appelé le motif de Dryopithécus, parce que ce modèle est vu sous sa forme primitive dans le singe fossile de ce nom. Sur le côté vestibulaire de chaque molaire inférieure, il y a trois cuspidés principales, numérotés dans notre système 1, 3, 5. La numéro 3 est délimitée sur sa pente interne par deux sillons qui forment un V et la pointe du V se poursuit sur le côté interne de la couronne, formant un Y". (Gregory et Hellman, 1926; Gregory et Hellman, 1939, cité par D'Amico 1958 N°1 p19) (Figure 5E-1 à 5E-3).

Cette configuration (Figure 5E-5) est souvent qualifiée de motif en Y5 par les paléo-anthropologues (Granat 2001). La description statique est bonne, on peut cependant regretter: -que d'une part, Gregory et Hellman n'aient pas observé les facettes de guidage de la mastication sur les faces occlusales de ces molaires, où elles sont bien présentes et visibles. -que d'autre part, d'Amico n'ait pas tenu compte de ces descriptions de dents intègres dans ses réflexions et qu'il en ait préconisé le meulage, comme P.K.Thomas, pour ne conserver que le guidage canin.

Il n'est pas possible de déterminer le modèle fonctionnel des anthropoïdes à partir de dents totalement abrasées et aplanies, dont la morphologie dentaire est entièrement détruite. Il faut le faire sur de jeunes adultes ayant encore des faces occlusales peu abrasées et bénéficiant de tout leur potentiel de guidage. C'est sur de telles faces occlusales que Gregory et Hellman ont décrit le modèle dryopithecus Y5 sans le mettre en occlusion car il n'avait probablement pas les antagonistes.

Cet appairage dynamique, entre le pont d'émail des molaires maxillaires et le réceptacle en V de la configuration Y5 opposée, existe sur les trois molaires depuis plus de 32 millions d'années (Figure 5E-4). Elle est observable avec ses facettes fonctionnelles transversales, lorsque les faces occlusales ont encore leur intégrité. Originellement le volume des M₁ était nettement inférieur à celui des M₂ qui avaient elles-mêmes un volume inférieur aux M₃. Cette

configuration s'est maintenue très longtemps. La cuisson des aliments (premiers foyers vers 1,5 Ma, maîtrise certaine du feu vers 465ka, Menez Dregan 29780 Plouhinec Fr) a progressivement modifié les équilibres précédents. M₁ a grossi et conserve la configuration Y5, M₂ a diminué de volume et M₃ encore plus. M₂ perd souvent la configuration Y5 pour ne conserver que 4 cuspides en croix, de même pour M₃ dont l'anatomie est inconstante. Mais

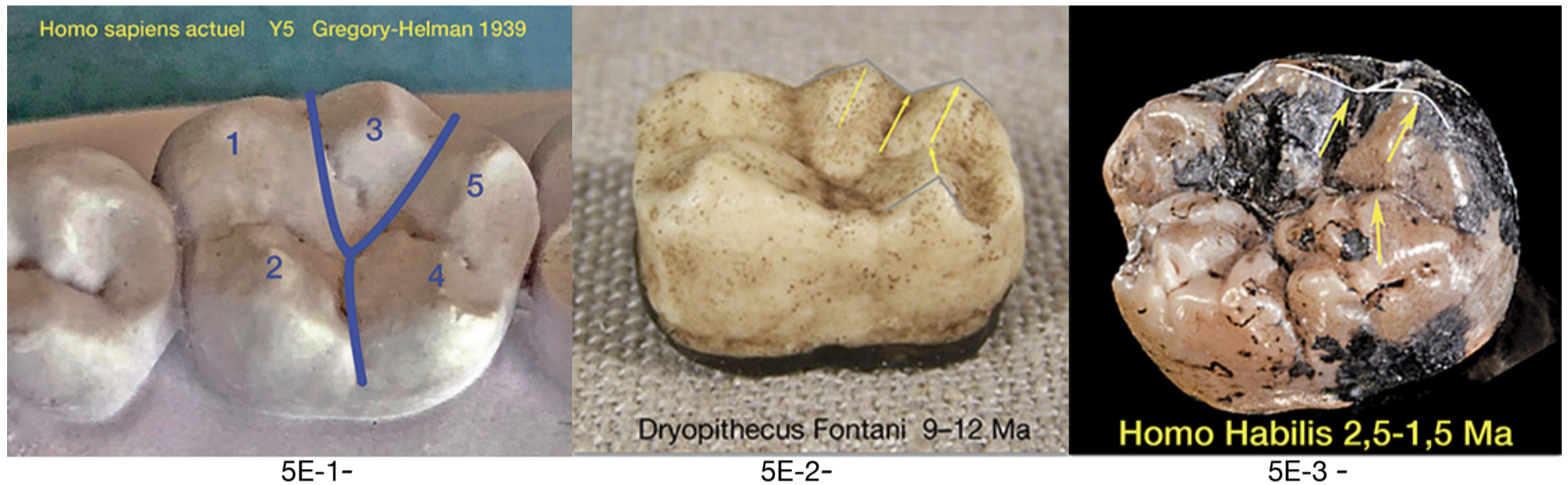


Figure 5E-1 Vue du motif Y5 dryopithecus (Gregory et Hellman 1926, 1939) sur un moulage d'homme actuel. La numérotation des cuspides est celle retenue par Gregory et Hellman.

Figure 5E-2 Vue d'une M1 mandibulaire de dryopithécus Fontani (St Gaudens 12-9 millions d'années). La configuration des rails de guidage est semblable à celle de l'homme actuel.

Figure 5E-3 vue d'une M1 mandibulaire d'homo habilis (2,5-1,5 millions d'années).

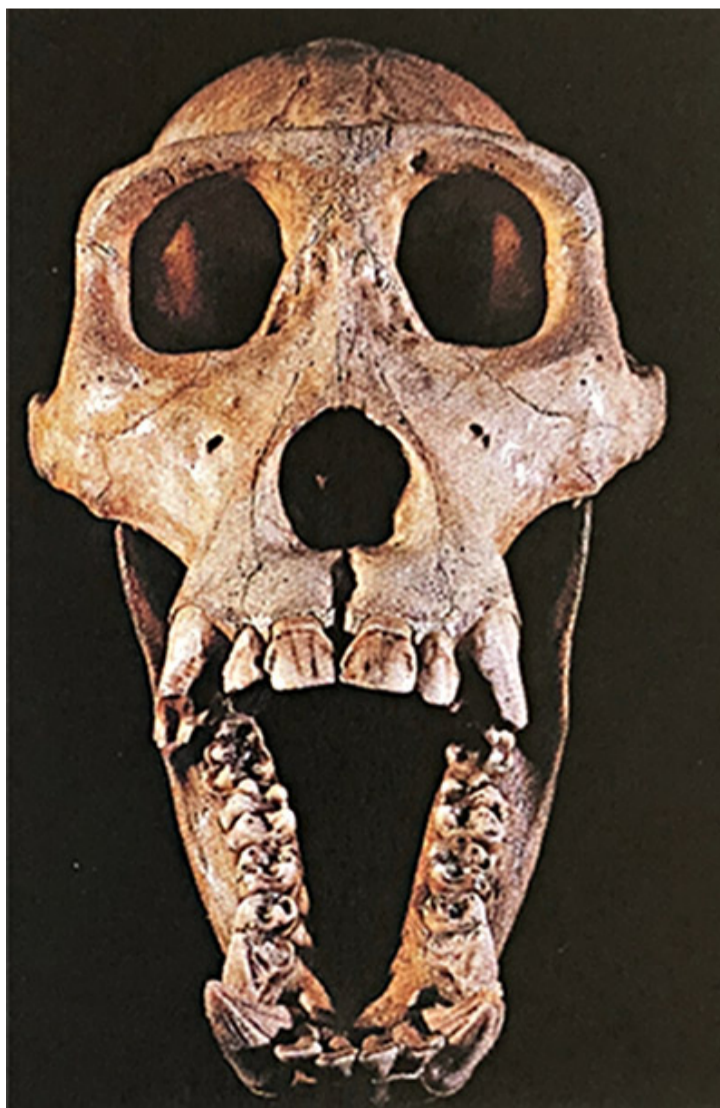
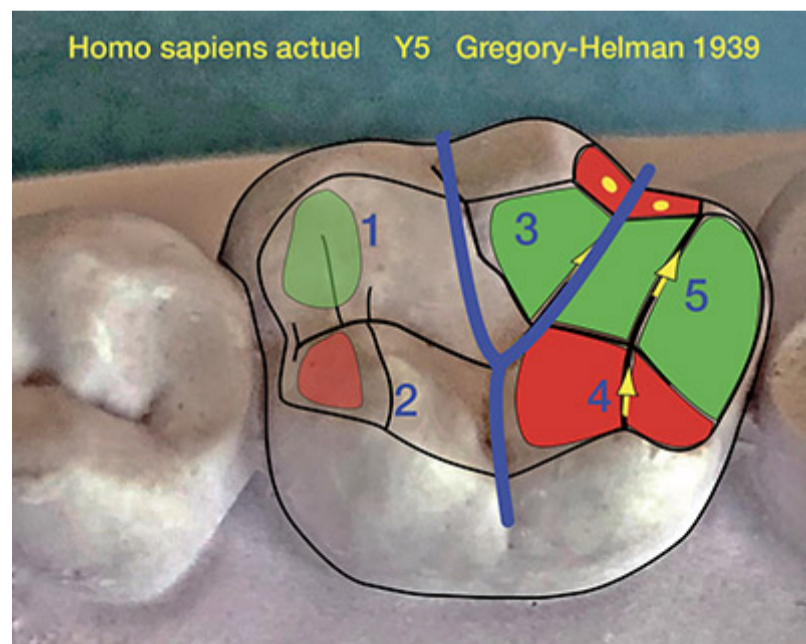


Figure 5E-4-(Coppens-Picq 2001). Vue d'un anthropoïde (32Ma) Le motif Y5 dryopithecus est déjà présent sur M1 (petite), M2 et M3 (beaucoup plus grandes)

Figure 5E-5: L'intégration des guidages de mastication d'un homme actuel dans le motif Y5 ancestral, montre qu'il s'agit du même modèle de fonctionnement depuis plus de 32 Ma

<<Figure 5E-4

Figure 5E-5



globalement le modèle de fonctionnement reste le même. C'est encore celui des hommes actuels.

Il est même possible de proposer l'hypothèse que sur des individus dont l'espérance moyenne de vie ne dépassait guère 20 ans, la configuration en Y5 sur les trois molaires mandibulaires, soit une tentative de réponse adaptative à l'usure rapide des tables occlusales par le régime abrasif. La perte précoce des guidages dynamiques de M₁ est compensée par la mise en occlusion des rails et guidages de M₂, puis après l'usure de M₂, par ceux de M₃. Les volumes croissants de M₂ et M₃, avec un émail épais, résulte d'une adaptation à la mastication d'une nourriture dure. Cette réponse adaptative présumée, leur aurait permis de conserver les guidages et leur efficacité masticatoire pendant toute leur courte vie (Figure 5E-6).



Figure 5E-6 Homo Nalédi (photo Lee Berger). Ramené en 2018 à seulement 0,3 Ma. Présence de caractères archaïques et modernes. Encore difficile à situer au sein de l'évolution buissonnante des lignées homo. Toutes les molaires ont encore la configuration Y5 dryopithécus, qui donne la meilleure capacité de guidage. Le volume des molaires est encore légèrement croissant de M1 à M3, mais bien moins que la configuration ancestrale. On peut noter que M1 a perdu toute sa capacité de guidage, que M2 va bientôt la perdre et que seule M3 conserve encore des cuspides et ses rails de guidage.

F. ÉVOLUTION GÉNÉRALE DU MODÈLE

Le modèle de fonctionnement de l'homme, et plus généralement celui des simiens et des anthropoïdes, est un modèle généraliste omnivore qui n'a pas de capacité d'auto-régénération, à la différence d'autres modèles animaux très spécialisés. Ses caractéristiques initiales (Figures 5F-1, 5F-2, 5F-3), comme sa mastication unilatérale alternée et sa morphologie occlusale, hautement polyvalentes et performantes, au départ, se délabrent progressivement en fonction de la longévité, de l'abrasivité du répertoire alimentaire disponible, de son nettoyage, de sa cuisson et de l'environnement.

Lorsque les faces occlusales se dégradent en s'aplanissant et que la dimension verticale s'effondre, la mastication passe progressivement à un fonctionnement différent, en occlusion balancée en perdant une grande partie de son efficacité fonctionnelle. Cette adaptation à l'usure, personnalisée et multiforme, a souvent été confondue avec un modèle de fonctionnement à imiter, alors qu'il n'est que la conséquence de la dégradation du système et du vieillissement.

L'objectif de tout praticien est de rétablir le fonctionnement harmonieux de l'appareil manducateur et pour le faire, il faut une connaissance approfondie du modèle de

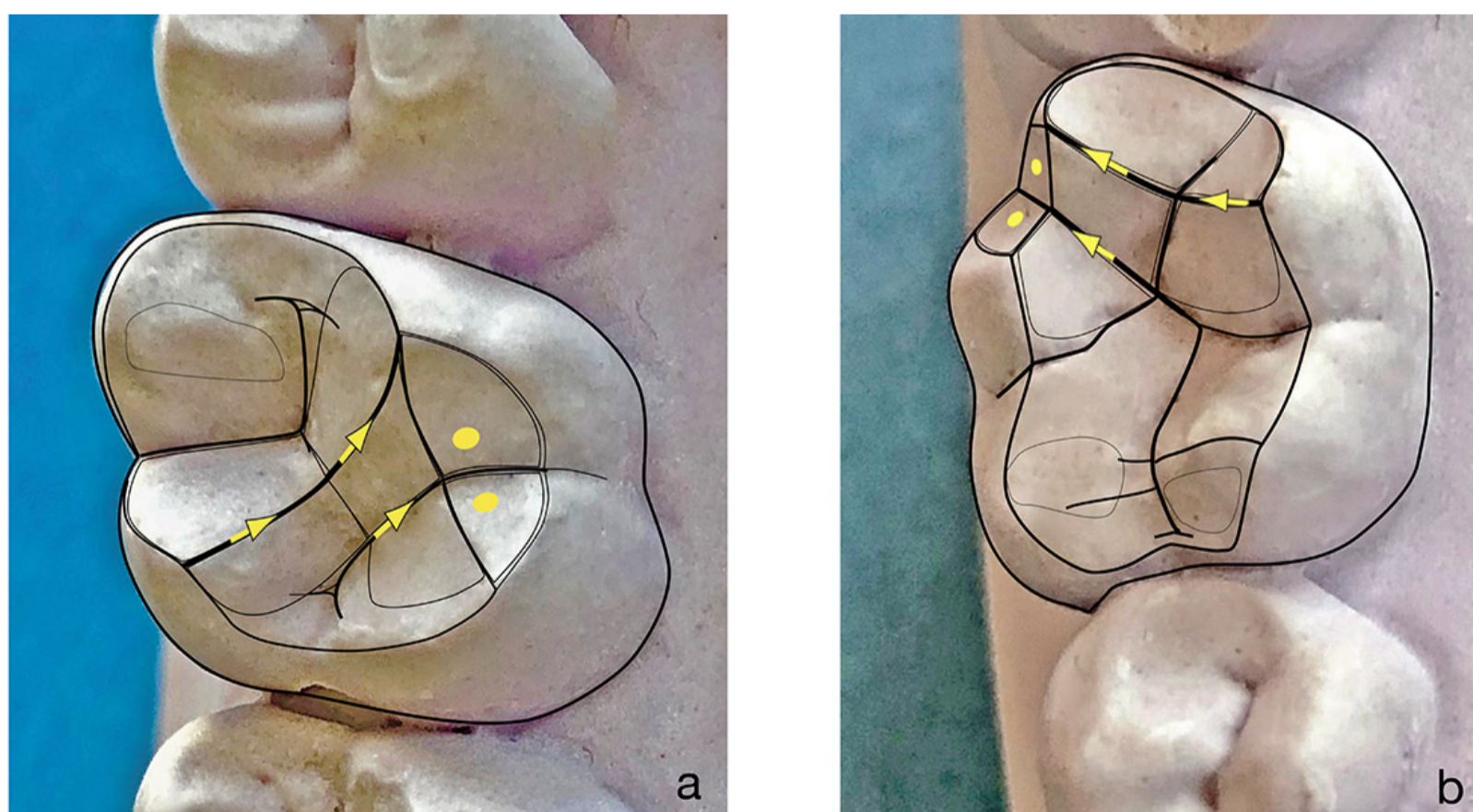


Figure 5F-1a,b Vues occlusales des moulages d'un patient contemporain, centrées sur les M1 maxillaire et mandibulaire. Les lignes directrices des rails de guidage de la mastication ont été tracées. Elles délimitent les facettes d'usure efficaces et faciles à identifier, mais déjà très marquées. Les flèches indiquent le sens du glissement des facettes opposées.

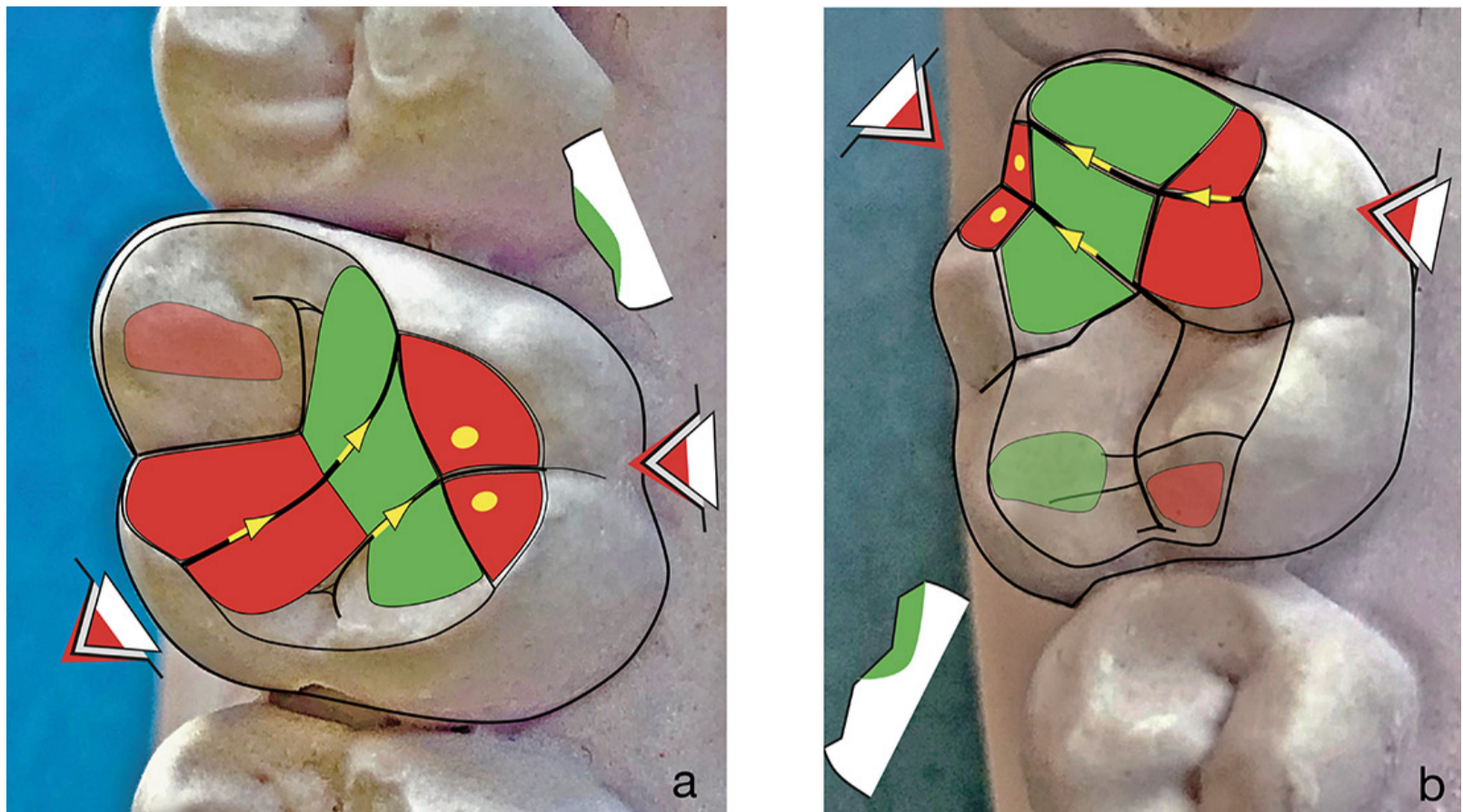


Figure 5F-2a,b Vues occlusale des moulages du même patient centrées sur les M1 maxillaire et mandibulaire. Les lignes directrices des guidages de mastication, délimitées par les facettes d'usure ont été tracées. Les flèches indiquent le sens du glissement des facettes. Les surfaces de guidage et les appuis du double guidage d'entrée de cycle sont de couleur rouge. Les tables de sortie de cycles en appui réciproques sont identifiées en vert.

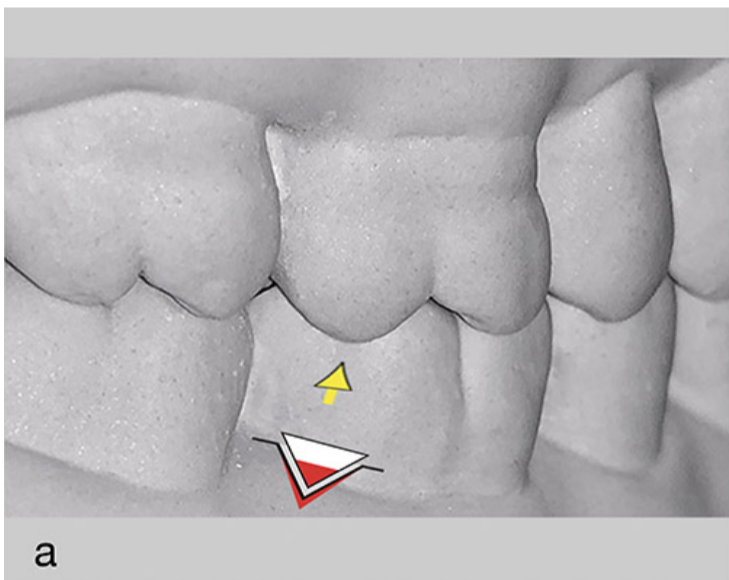


Figure 5F-3a Vue vestibulaire de la cuspide disto-vestibulaire de M1 maxillaire qui supporte sur son versant interne le rail principal maxillaire passant ensuite par le pont d'émail.

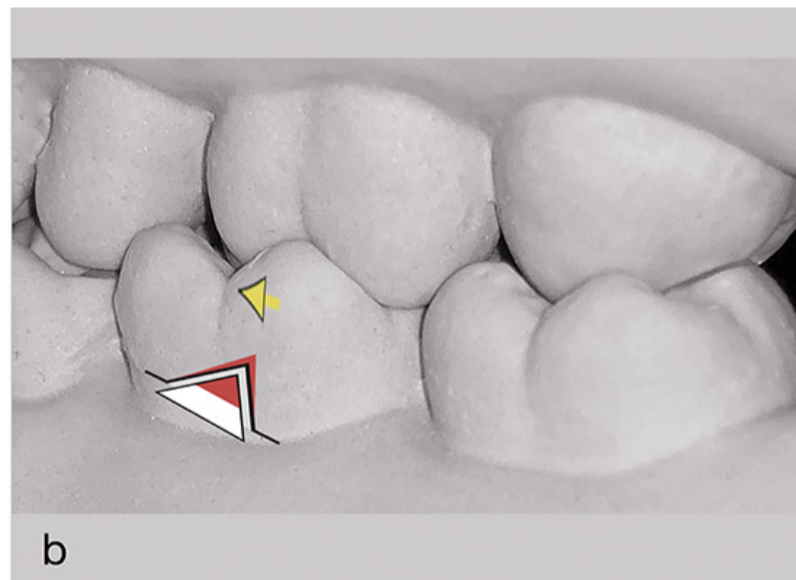


Figure 5F-3b Vue linguale de la cuspide disto-linguale de M1 mandibulaire qui supporte sur son versant interne le début du rail inversé supportant le deuxième guidage d'entrée de cycle. Ce double guidage est auto-stabilisant pour les dents en entrée de cycle.

fonctionnement initial. (A titre d'exemple: lorsqu'on étudie la physiologie de la marche, on ne prend pas un boiteux pour modèle).

L'usure par attrition est très largement abordée par d'Amico, mais incomplètement car les relations occlusales préexistantes ne sont pas bien décrites; en effet, dans le modèle de

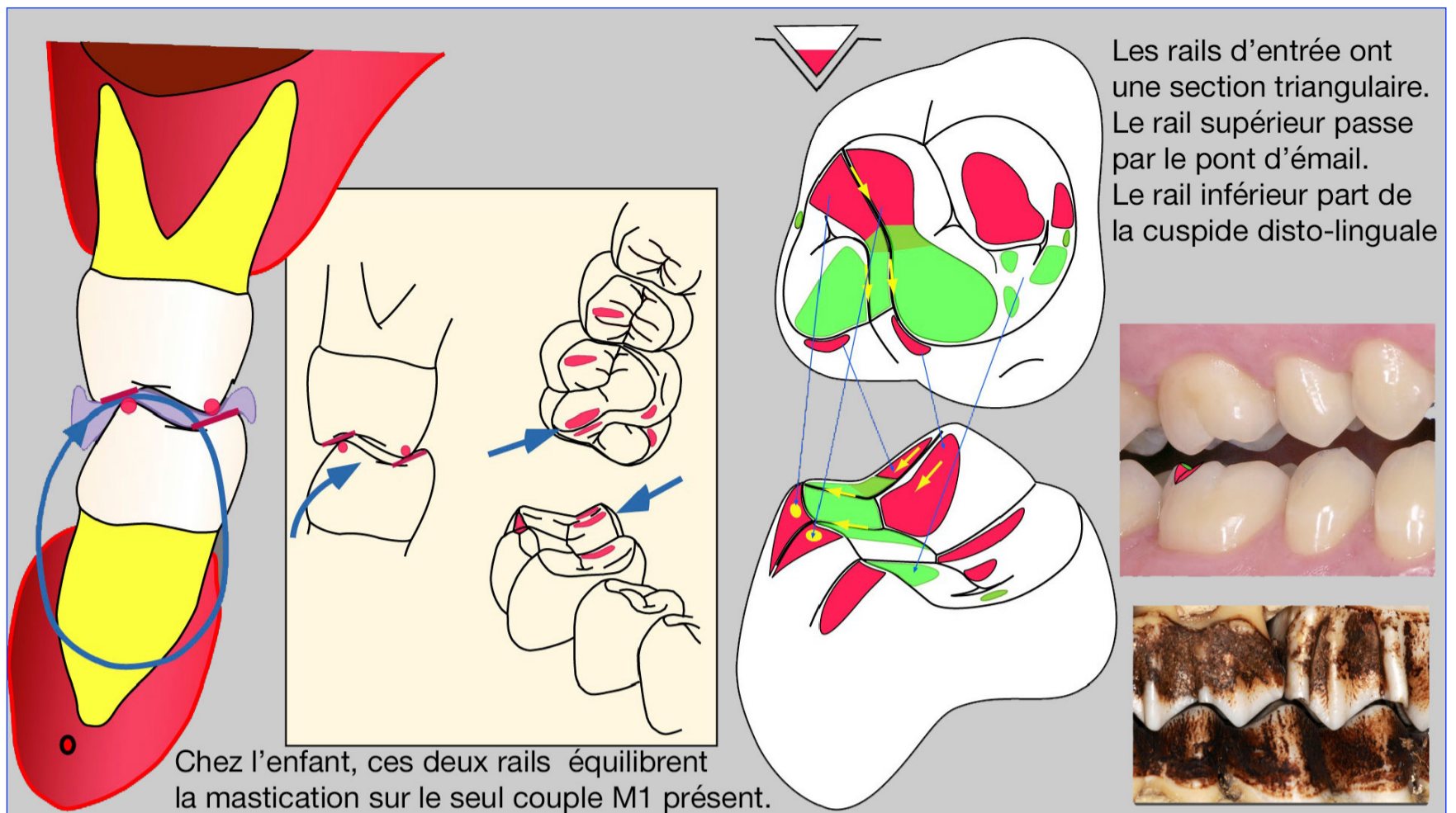


Figure 5F-4: Au passage de l'OIM, la continuité des rails d'entrée est d'abord assurée par le pont d'émail puis, avec l'usure progressive, également par le rail mandibulaire. De tels rails existent chez beaucoup de mammifères.

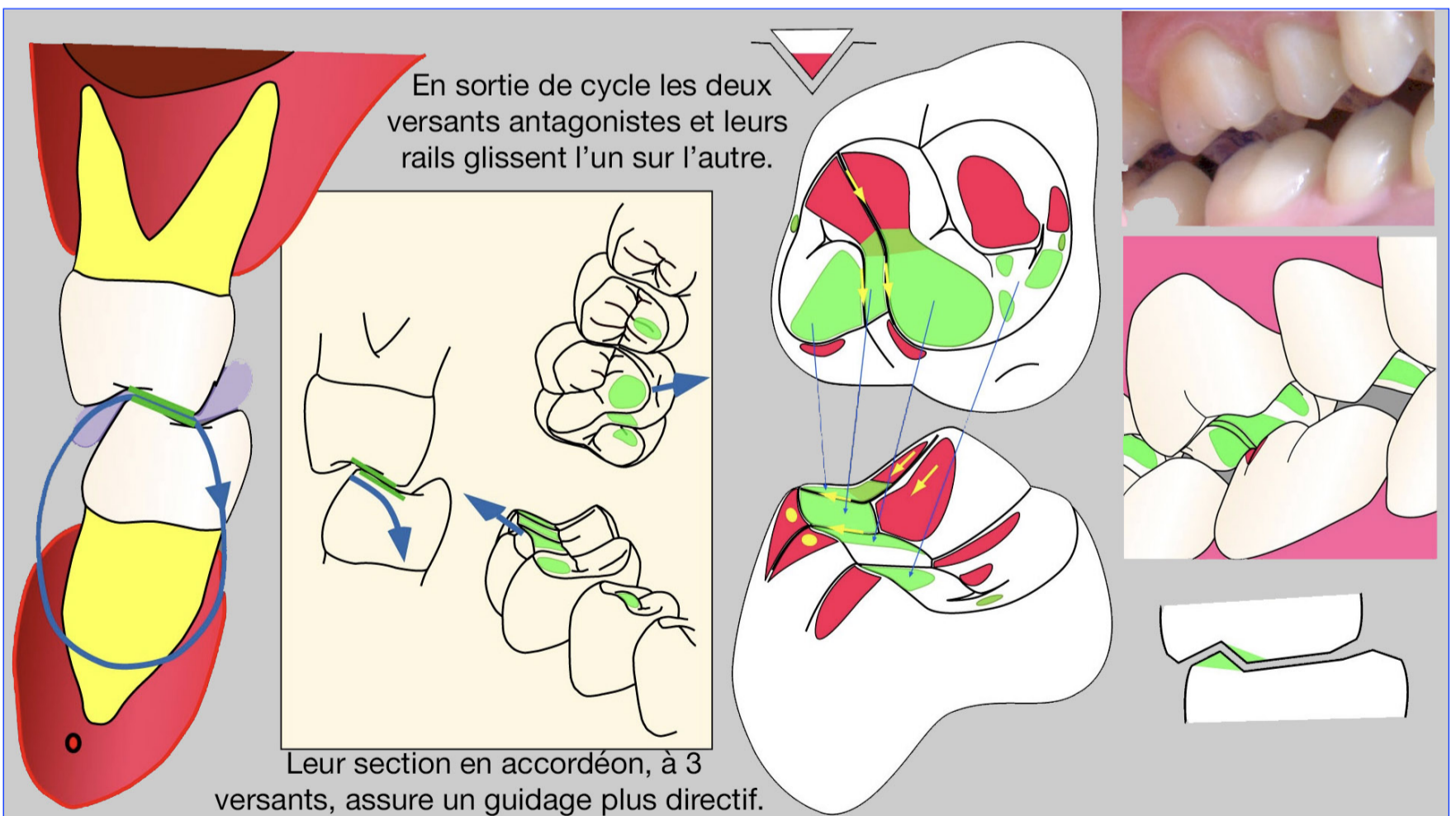


Figure 5F-5: Les rails d'entrée se prolongent en sortie par un double rail à trois versants accolés en accordéon. Cette structure de guidage est bien identifiable sur les modèles driopithécus (5E-2) et habilis (5E-3). Il s'agit du même modèle de fonctionnement. Ce modèle de molaire à 5 cuspidés (Y5) permet le fonctionnement du rail de guidage du pont d'émail. Le pont d'émail et la configuration Y5 sont identifiables sur des modèles de plus 32 Ma (*aeqyptopithecus zeuxis*).

d'Amico la procluse et l'incision sont supportées par les canines, ce qui n'est pas le modèle naturel de l'homme (D'Amico N°6 1958 p 200). De plus il n'y a aucune référence à la bio-corrosion, dont les conséquences sur la dégradation du modèle sont également très importantes.

Alors que les tables de sorties de cycles sont les plus utilisées, donc les plus usées, d'Amico incrimine systématiquement *“une utilisation extra-ordinaire ou excessive des dents.”* avec pour objectif de justifier la protection canine, comme encore: *“Pour augmenter l'effet de levier de la mandibule afin de couper et écraser les aliments durs plus facilement, le primitif a instinctivement appris à utiliser le ptérygoïdien médial afin de déplacer la mandibule médialement alors que les muscles temporal et masséter la déplace verticalement. Cela produit une action de cisaillement coupante des cuspidés vestibulaires, augmentant leur efficacité en fonction. Cependant, comme les cuspidés linguales des dents supérieures glissent latéralement sur les crêtes transversales des cuspidés vestibulaires des inférieures. la nature abrasive de la nourriture accélère l'usure de ces cuspidés.”* (D'Amico N°4 1958 p.127).

Il traite du déplacement transversal provoqué par l'action du Ptérygoïdien Médial comme d'un mode adaptatif acquis. La compréhension du rôle du PM est incomplète. Car l'appareil manducateur obéit à une programmation centrale dont tous les composants fonctionnent de façon coordonnée: *“le champ récepteur des afférences parodontales des dents postérieures est très bien adapté à la signalisation des informations émanant du bolus et assure la régulation des forces verticales et horizontales développées par les muscles pendant la mastication”* (Johnsen and Trulsson, 2005 p1889), soit les muscles temporaux, masséters, ptérygoïdiens médiaux et latéraux. La mastication est une fonction princeps de notre physiologie, qui n'est pas réceptive à l'apprentissage. Les travaux de Johnsen et Trulsson, en neuro-physiologie, décrédibilisent bon nombre des affirmations précédentes de d'Amico.

La relation dynamique fonctionnelle des molaires humaines n'est pas aléatoire, ni sous l'emprise de la volonté. Elle est organisée et canalisée en entrée comme en sortie de cycle de mastication et vient d'être décrite.

Les conditions environnementales et le répertoire nutritionnel qui prévalaient chez les anthropoïdes et les sociétés humaines primitives, avant et depuis la maîtrise du feu et de la cuisson, ne sont pas abordées non plus et ont encore beaucoup évolué, depuis les publications de Gregory, Hellman, Jones et D'Amico.

Les figures 5F-6 et 5F-7 illustrent bien l'usure hélicoïdale des tables de sortie de cycles.



Figure 5F-6 Homo sapiens 315 Ka Jebel Irhoud Maroc (2017) photo J.J. Hublin. Chez les populations primitives, la venue précoce en occlusion de bout à bout trouve une explication cohérente dans la perte rapide du calage occlusal et du volume des tables de sortie de cycles des molaires (usure hélicoïdale), avec ou sans perte de DVO. En effet, dans des situations semblables sur des patients actuels, le simple test de rétablissement du volume perdu des sorties de cycles postérieures, par adjonction de composite, permet de stabiliser la dérive antérieure (voire de la réduire légèrement) et de rétablir instantanément le confort.

Dans les société primitives, la mésialisation diagonale progressive de la mandibule, due à l'usure rapide des tables de sorties de cycles, aboutissaient à l'apparition prématurée de contacts forts du côté non mastiquant, sur les versants internes des cuspides vestibulaires maxillaires des P et C et dans la concavité palatine des incisives maxillaires. Cette dérive accompagnait une diminution progressive de la dimension verticale qui aboutissait finalement à la perte de toute la morphologie occlusale, avec des incisives en bout à bout, même chez les adolescents. Le modèle fonctionnel naturel initial était détruit et remplacé par des modes adaptatifs personnalisés, n'obéissant à aucune classification normative. Il en résultait des cycles déformés ou verticaux, une perte d'efficacité fonctionnelle, avec ou sans DAM, en fonction du type de relation avec la cinétique articulaire.

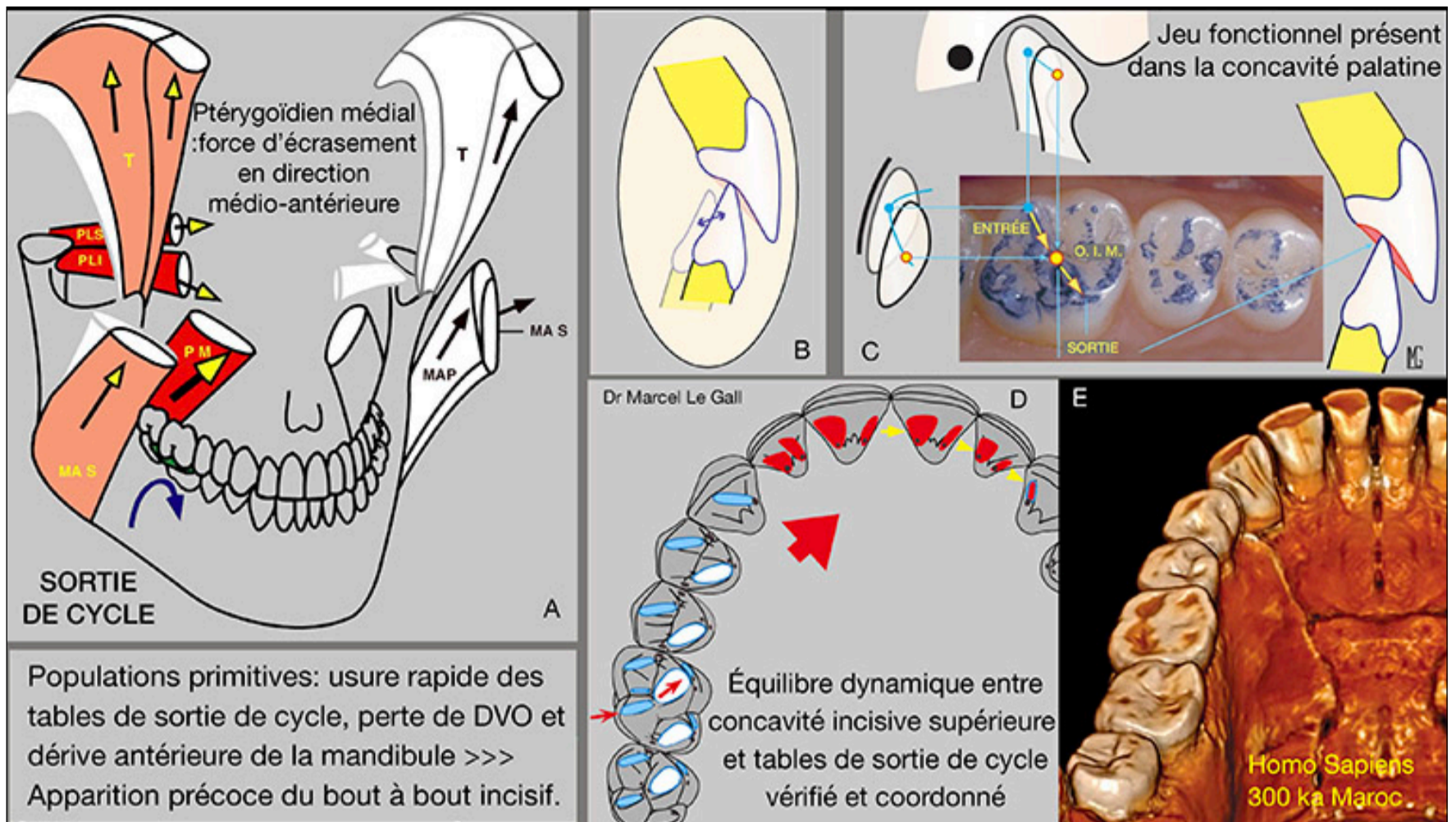


Figure 5F-7 Dans la lignée humaine, l'usure constante des tables de sortie de cycle, a conduit d'Amico à proposer le concept de protection canine, bien qu'il soit réducteur de la puissance musculaire et de l'efficacité masticatoire des dents postérieures. Il en résulte que les tables de sortie palatines des molaires maxillaires sont, aujourd'hui encore, volontairement minorées sur les restaurations. Comme par exemple en implantologie, où le concept de prémolarisation des molaires a été proposé. Dans ces conditions, minorant les sorties de cycles des molaires, il y a des remarques constantes des patients indiquant que, lors de la mastication, leurs incisives mandibulaires sont en contact permanent avec la concavité palatine des incisives maxillaires et qu'ils se sentent "trop bas", suite au sous-dimensionnement des tables de sortie. Ces concepts de minoration sont aphysiologiques comparés aux capacités réelles de l'appareil manducateur de l'homme.

La figure 5F-7 permet de donner une explication cohérente à la mésialisation progressive des dents décrite dans les manuels. En fonction de la typologie du patient et de la stabilité des unités dentaires, la dérive antérieure de la mandibule peut se traduire:

- soit par un déplacement mésial et transversal des dents maxillaires,
- soit si elles sont très stables par leur usure et une occlusion en bout à bout,
- soit les deux, en fonction du niveau de perte de DVO et du comportement de la langue dans un volume fonctionnel réduit. Sa propulsion et/ou son interposition, pouvant être responsable d'une mésialisation et du déplacement secondaire de toutes les dents.

Dans les sociétés développées actuelles, ces transformations ne s'observent généralement que chez des individus âgés, sauf pour la bio-corrosion. L'usure des faces occlusales dépend

donc directement de la composition du régime alimentaire et surtout de sa préparation. Elle n'a pas un caractère aussi "extra-ordinaire" que les écrits de d'Amico le prétendent pour justifier la protection canine. En effet actuellement la préparation et l'abrasivité du répertoire alimentaire sont bien maîtrisés. Mais il n'en est pas de même de l'acidité de certains aliments et des boissons et sodas contenant de l'acide citrique ou phosphorique (Ph 2,7), qui sont encore responsables de biocorrosion incontrôlée. Ces habitudes, bien que mondialisées, sont théoriquement modifiables, mais difficilement. Le problème du contrôle préventif de la bio-corrosion reste entier. Les techniques d'adjonction et de collage permettent néanmoins la restauration fonctionnelle et durable des pertes de substances dont elle est responsable. En effet les principaux matériaux de restauration en céramique et composite ne sont pas attaqués par la bio-corrosion. De plus, les composites actuels, micro ou nano chargés, ont un module d'usure semblable aux dents naturelles (Lambrechts et coll. 2006). Un test indépendant, comparant certains blocs d'usinage récents, utilisés en CFAO, montre une usure identique entre certains blocs en composite et l'émail dentaire, ce qui n'est pas le cas des blocs de céramique, plus durs, dont les dents antagonistes présentent toutes une usure amplifiée (Stawarczyk et col. 2016). La solution de ce problème n'a jamais été aussi proche.

G. PROTECTION CANINE: DAM ET IMPLANTS

1- OPC et Dysfonctions de l'Appareil Manducateur (chapitre de www.mastication-ppp.net)

Dans les années 1970 l'étiologie des DAM était très souvent imputée à l'occlusion. Deux courants de pensée s'opposaient alors: l'approche occlusale (Rosenthal 1980) et l'approche psycho-physiologique (Laskin 1969,1977).

Les tentatives de traitements occlusaux des DAM basées sur le modèle classique RC+OPC ont donné des résultats très médiocres avec des taux d'échecs très élevés (Moloney et Howard 1986 64%, Palla 1996 45%, Le Bell et Kirkeskari 1990 59%, Molhin et col 2004 75%). Une étiologie multifactorielle est aujourd'hui reconnue aux DAM et l'étiologie occlusale n'est plus considérée comme le facteur primaire unique (Rinchuse et coll 2007). Son taux d'implication se situerait entre 10 et 20% (Mac Namara et al 1995).

Par ailleurs les données de "evidence based medecine" n'argumentent pas ni ne concluent pas, que l'occlusion n'a aucun rapport avec les DAM (Rinchuse 2007).

Huit revues de littératures rapportées par Rinchuse (2006) concluent même “que l’occlusion et le traitement orthodontique ne provoquent pas de DAM et que les ajustements occlusaux ne sont pas des objectifs à recommander lors du traitement initial des DAM”.

Quel crédit accorder à toutes ces données contradictoires, alors que parallèlement les taux de succès des traitements n'ont pas été améliorés de façon significative?

Il est indispensable de s’interroger sur l’origine de ces taux d’insuccès élevés, assortis d’hésitations et d’opinions discordantes:

- Tous les paramètres cliniques ont-ils été bien évalués?
- Le traitement est-il bien adapté?
- Existe-t’il d’autres alternatives thérapeutiques?

Les diverses étiologies possibles des DAM ont été évaluées, mais concernant l’occlusion, les nombreuses études sont toutes adossées au modèle occlusal gnathologique, basé sur la RC et la Protection Canine “qui est un concept équivoque non validé par les travaux fondés sur la preuve” (Rinchuse 2007), car il ne rend pas compte de la mastication et la déglutition, les deux fonctions princeps de l’appareil manducateur. **En fait nous avons montré qu’il ne permet de vérifier qu’une partie très réduite de l’enveloppe fonctionnelle réelle des dents, et à l’envers.** On ne peut donc pas tirer de conclusions définitives sur des bases aussi fragiles et les jugements péremptoires portés sur la non implication de l’occlusion dans les DAM n’ont aucune pertinence. En se plaçant dans le contexte du corps humain, le rétablissement de la physiologie des structures anatomiques d’un organe lésé est une condition nécessaire et souvent suffisante à la remise en fonction de cet organe.

Dans le contexte des DAM, on comprend alors mieux que la sédation des douleurs et la guérison puissent difficilement être obtenues, si la physiologie du fonctionnement de l’appareil manducateur n’est pas rétablie au préalable. **Ce ne sont donc pas les relations entre l’occlusion et les DAM qui doivent, a priori, être mises en causes, mais le modèle de fonctionnement de référence et les techniques occlusales appliquées.**

Pour tirer des enseignements fiables sur le pourcentage réel des DAM d’origine occlusale, il convient de prendre en compte le modèle occlusal naturel de l’homme, fondé sur la déglutition et la mastication.

Il existe une relation cinématique et anatomique étroite entre la forme des faces occlusales et celle des ATM qui s’est établie pendant la croissance. De plus, nous avons vu que chez l’enfant, les rapports d’occlusion anormaux (classe 2, classe 3...) sont associés à des

anomalies de posture linguale (Deffez et al 1995) et sont co-responsables de troubles de la croissance faciale et de dysmorphoses évolutives comme des défauts du développement vertical, transversal, postéro-antérieur et des anomalies de la posture mandibulaire. Si la croissance n'est pas réorientée précocement, ces dysmorphoses s'aggravent et leur traitement secondaire peut nécessiter le recours à la chirurgie orthognathique.

Lors de la vie adulte, l'anatomie condylienne s'adapte de façon progressive et coordonnée, à l'usure des guidages dentaires (Mongini, 1972,1975,1977). La coordination fonctionnelle des surfaces articulaires est maintenue par le tonus musculaire constant des muscles élévateurs. Mais l'anatomie occlusale des dents peut être assez rapidement détruite par usure, biocorrosion (avec DAM ou non) ou plus brutalement par la perte des dents. Dans ce cas, si le système n'a pas le temps de s'adapter, il se met en protection.

L'objectif de la reconstruction occlusale à partir d'une DVO rétablie et d'une OIM accordée avec la position de déglutition, est de remettre les contacts et guidages dentaires en coordination fonctionnelle avec l'enveloppe limite des mouvements articulaires dans l'état d'adaptation-usure où se trouvent les articulations au moment de la reconstruction. Car les ATM sont alors la seule mémoire de la cinétique dentaire fonctionnelle préexistante, des faces occlusales perdues.

Lorsque la coordination harmonieuse des guidages est rétablie entre faces occlusales et articulations, l'appareil dento-articulaire reprend son fonctionnement physiologique, l'enveloppe optimale des cycles se rétablit spontanément et sans apprentissage et les douleurs et claquements disparaissent (à condition qu'il n'y ait pas de lésions discales et que les facteurs de stress soient maîtrisés).

Vidéo YouTube, cliquer sur le lien suivant: <https://youtu.be/-QBFdJZcWKc>

Cas clinique d'une femme, odontologiste, avec un antécédent de traitement ODF. La mastication droite est dominante, les guidages et la forme des cycles sont optimaux. Le côté gauche est rarement utilisé (dysharmonie du guidage, cycle vertical et bruit articulaire à la fermeture). Lorsque le choix est possible, c'est toujours le côté avec les guidages les mieux coordonnés qui devient le côté mastiquant préférentiel. Le côté gauche est en protection canine en latéroclusion comme en entrée de cycle (c'est idéal pour un gnathologiste, mais malheureusement le modèle humain ne fonctionne pas de cette façon).

Des résultats similaires sont observés de façon constante en clinique. Le test de reconstruction de l'anatomie occlusale des premières molaires est généralement suffisant pour rétablir le cycle, parfois il faut y ajouter la seconde prémolaire. Les dents voisines sont ensuite intégrées progressivement à ce schéma fonctionnel rétabli. Les guidages des seules prémolaires sont

insuffisants au rétablissement de cycles complets, car leur potentiel de guidage est moins important que celui des M₁. Si la première molaire est absente, la reconstruction de guidages coordonnés entre deuxième molaire et prémolaires, permettent généralement de rétablir les cycles.

Il ne s'agit pas d'affirmations conceptuelles, mais de l'observation de résultats obtenus régulièrement et améliorés progressivement depuis plus de 20 ans, en pratique clinique et lors des travaux pratiques d'occlusion. Si en exercice privé les résultats n'ont pas pu être quantifiés facilement, il n'en est pas de même lors des formations cliniques d'occlusion, où la très grande majorité des cas ont été filmés ou documentés.

Sur une période de plus de 16 ans (les données chiffrées exactes manquent au delà), plus de 80 formations pratiques d'occlusion de 2 jours ont été organisées avec une moyenne de 10 participants (données actualisées en juillet 2019). A la suite de l'analyse des modèles, le chemin de fermeture de tous les participants a été vérifié et équilibré, si nécessaire, à l'aide du protocole de la butée antérieure, déjà décrit.

Vidéo YouTube, cliquer sur le lien suivant: <https://youtu.be/PQ3Y0arluWs>

Le patient est un homme, praticien dentaire. Antécédent de traitement ODF. Le chemin de fermeture et l'OIM ont déjà été vérifiés. Il existe des incoordination du guidage des deux côtés, avec des cycles adaptatifs. Le patient n'a pas la possibilité de choisir le meilleur côté mastiquant, mais seulement le moins mauvais!

Deux à cinq patients, présentant des sous-guidages divers, ont été retenus ensuite pour des tests d'addition de composite, soit une moyenne basse de 3 par formation, ce qui représente au moins 207 patients comptabilisés. Dans ce contexte, des résultats positifs ont été obtenus dans plus de 90% des cas. Ces résultats incluent des améliorations immédiates des cycles permettant le rétablissement de la mastication et du confort occlusal, des augmentations de l'amplitude des mouvements mandibulaires (ouverture, latéralité), la sédation de douleurs musculaires et de céphalées, la diminution et/ou la disparition immédiate de bruits articulaires.

Ces tests permettent en outre de détecter presque immédiatement les patients qui ne relèvent pas d'un traitement occlusal et de les réorienter rapidement, sans aucune mutilation occlusale car les tests ont été réalisés par addition réversible de composite.

Tout ces résultats ont progressivement **transformé nos doutes en certitudes sur l'inaptitude fonctionnelle du modèle gnathologique et du peu de crédit des études qui ont été menées en se référant uniquement à lui.**

Nouveau Protocole Modifié

Dans l'étiologie multi-factorielle des DAM, le rétablissement de la physiologie occlusale a été considéré, comme le traitement étiologique des dysfonctions d'origine dentaire.

Le protocole de traitement classique consiste à porter une orthèse pour changer transitoirement les rapports d'occlusion avant d'appliquer secondairement les concepts de RC et Protection Canine pour équilibrer l'occlusion. Devant l'importance des échecs, **le protocole a été modifié.**

Lors de l'analyse occlusale initiale, si une malocclusion fonctionnelle est observée, des tests étiologiques réversibles d'addition de composite, rétablissant les guidages de mastication équilibrés, sont réalisés, juste après la vérification du chemin de fermeture à l'aide d'une butée antérieure et préalablement à tout autre traitement.

Si les symptômes s'améliorent immédiatement après le rétablissement des cycles physiologiques, la part de l'étiologie occlusale est considérée comme prépondérante. Si ces tests ne sont suivis d'aucune amélioration, le patient peut être réorienté précocement afin d'évaluer le rôle des autres facteurs étiologiques des dysfonctions.

Cette approche étiologique a permis d'observer bien plus de succès cliniques que ne le laissait présager les taux d'échec très importants, constatés en utilisant le modèle occlusal classique. De plus, cette procédure accélère considérablement le traitement des patients dont l'étiologie était occlusale. Elle est devenue notre protocole clinique depuis plus de 20 ans et dans ces conditions le recours au traitement classique par orthèse occlusale thérapeutique de décontraction a été réduit d'environ 90 %. Au vu des succès cliniques importants (amélioration de la cinétique, diminution/disparition de la douleur, des bruits articulaires) et des récives immédiates lorsque les adjonctions de composites se décollent en bloc, il est apparu que le rétablissement de la physiologie occlusale fonctionnelle était le traitement étiologique des DAM d'origine dento-articulaire. Ces résultats étaient inattendus et n'ont pas été quantifiés en pratique privée. Mais ils sont similaires à ceux obtenus lors des travaux pratiques qui ont été estimés dans le chapitre précédent. Il reste encore à comptabiliser plus précisément leurs résultats dans des études prospectives, et à déterminer la part qu'ils occupent réellement dans le contexte multi-factoriel de l'étiologie des DAM.

Le patient qui consulte pour des dysfonctions de l'appareil manducateur, est un patient inquiet parce qu'il souffre. Lorsque le rétablissement de l'équilibre dentaire fonctionnel permet la levée instantanée des contractures musculaires, responsables de la douleur, il a une incidence

positive immédiate sur la confiance, le niveau de stress et ses conséquences comportementales. C'est pourquoi il est important de le soulager rapidement.

C'est une des raisons qui nous ont amené à pratiquer le plus rapidement possible des tests étiologiques réversibles, quitte à retarder des examens complémentaires qui peuvent perdre ensuite leur indication, si les tests de "composite-up" sont positifs (souvent). En fait ces additions de composite n'ont jamais du être retirées, car elles ont toujours amélioré le confort du patient. Même si parfois la présence de lésions structurelles de l'ATM (confirmées par IRM secondaire) n'a pas permis la disparition des signes cliniques articulaires.

2- OPC ou Fonction réelle: incidence sur l'os péri-implantaire

Une étude récente: "Incidence du Schéma Occlusal sur le Niveau Crestal Péri-Implantaire" (Le Gall et Le Gall 2016) a évalué l'impact du niveau de charge occlusale sur l'os péri-implantaire. Il a été nécessaire de sélectionner d'abord des complexes implant-pilier permettant d'éliminer au mieux les risques infectieux autour des implants pour comparer la capacité des principaux concepts occlusaux à équilibrer les faces occlusales et les rendre atraumatiques.

A partir de deux lignes d'implants, de même concept, deux groupes ont été comparés. Le premier a été équilibré en protection canine et le second en simulant la mastication réelle.

L'étude est intéressante, car l'immobilité des implants amplifie les conséquences des malocclusions et l'absence de mécanorécepteurs réduit la capacité à les éviter. *Pour plus de détails, le pdf de cet article est disponible en ligne à l'adresse Dropbox suivante:*

https://www.dropbox.com/sh/s5djul5pa4y38np/AAB_Pid6iRrarg2lWXkOsN2qa?dl=0

- **Implants Straumann Sin Octa®: étude et résultats**

Une étude clinique de 2 ans (Akça et Çérheli, 2008) compare l'évolution du niveau osseux entre 15 restaurations fixes de 3 éléments connectés posés sur 2 implants et 34 restaurations fixes de 3 éléments connectés de façon rigide, supportées par 1 dent et 1 implant. Contre toute attente, dans le groupe témoin, il y a une augmentation significative du niveau osseux autour des implants reliés à une dent naturelle (+ 0,189mm en moyenne) et une perte osseuse attendue autour des restaurations seulement supportées par des implants (-0,285mm en moyenne).

- **Implants Zimmer Swiss-Plus®: étude et résultats**

Il s'agit d'une étude rétrospective portant sur un groupe randomisé de 40 implants unitaires ou connectés par deux, posés sur 30 patients. Un seul implant a été connecté à une dent naturelle. Les prothèses ont toutes été scellées de façon permanente et le ciment a été nettoyé minutieusement. Ces implants ont tous été posés par les deux auteurs et les prothèses équilibrées simulant la mastication et pendant la déglutition (Figure 5G-1).

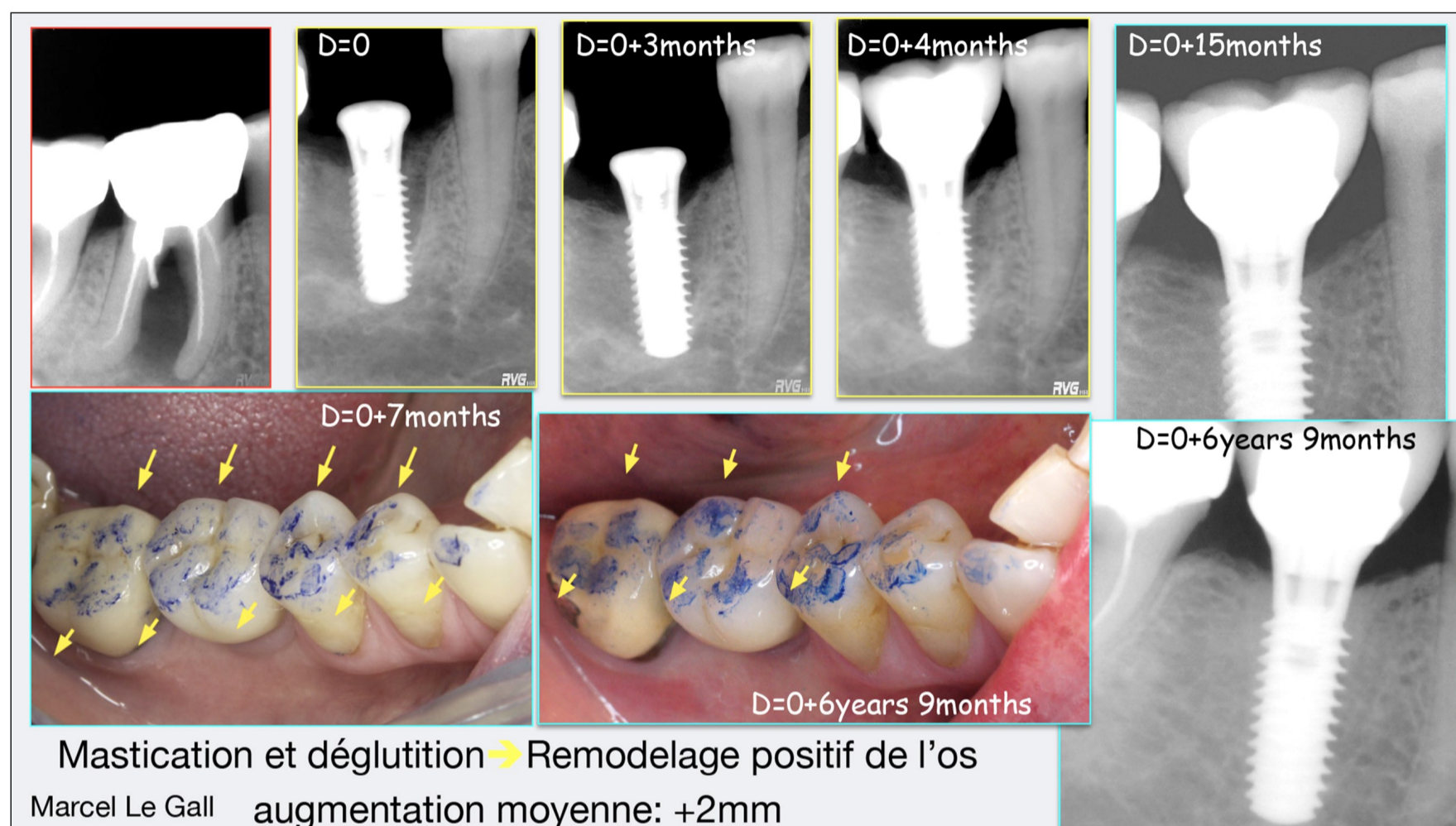


Figure 5G-1 L'implant a été posé 10 jours après l'avulsion de 46. La restauration finale a été posée et équilibrée 4 mois après la pose de l'implant. La première photo a été prise 3 mois après. La seconde presque 7 ans après. Entre ces deux photos, aucune retouche occlusale n'a été faite. Seule 48 a été extraite. Les guidages de mastication, non dominants au départ, sont devenus progressivement plus marqués, jusqu'à être semblables à ceux des dents voisines, dont l'usure fonctionnelle physiologique est de l'ordre de 40 μm par an (Lambrechts et coll., 2006). Le gain osseux moyen entre 4 et 15 mois est de 0,45 mm, entre 24 et 81 mois il est de 1,55mm. Le gain moyen total est de 2mm. Avec des remaniements osseux qui se poursuivent tout au long de la période d'observation, particulièrement au-delà de 2 ans. La nouvelle trame osseuse, s'est reconstruite au col et sa densité est visuellement optimale.

La période de suivi a été comprise entre 1 et 8 ans. Tous les cas cliniques de l'étude ont présenté une augmentation du niveau osseux (sauf 2 qui sont restés à 0) et une amélioration de sa densité, inespérées au moment de la pose des implants. Le gain osseux moyen mesuré a été de 1,33 mm avec un suivi moyen de 43,7 mois. L'écart-type général de 1,51 indique des données homogènes et non dispersées.

Dans les secteurs postérieurs, où les forces musculaires développées sont bien plus élevées que dans le secteur antérieur, le gain vertical moyen atteint 1,45 mm avec un suivi de 48 mois, contre 1,15 mm en antérieur. Ces chiffres sont étonnants et à comparer avec ceux d'Akça et Çehreli, qui sont négatifs pour les implants seuls, mais pour une période plus limitée de 2 ans (Akça et Çehreli, 2008).

Ces chiffres indiquent clairement que le réglage occlusal minutieux pendant la mastication rend les faces occlusales atraumatiques, avec des forces bien réparties sur les faces occlusales et situées dans la fourchette de stimulation osseuse. La conséquence est l'obtention de gains osseux inespérés et l'amélioration radiologique de la densité osseuse (qui est visible mais n'a pas été évaluée). Ce phénomène ne se limite pas à une seule année mais se poursuit dans le temps.

Les conséquences sont intéressantes. Elles montrent que le remodelage osseux n'est pas limité à une période courte mais se poursuit probablement aussi longtemps que la stimulation existe (jusqu'à 8 ans constatés sur un cas de cette étude et 12 ans pour un autre cas tardif non inclus), il en est de même pour la densité osseuse.

De plus ces résultats ont été obtenus sur des implants dont les cols en titane usiné sont simplement évasés, sans micro-spires, ni "switching" plateforme, sans profil complexe ni traitement de surface rugueux au niveau du microgap. On est en droit de s'interroger sur l'utilité réelle de ces caractéristiques, qui ont été introduites pour réduire la perte osseuse autour du col des implants et qui aboutissent parfois à des résultats inverses.

Les résultats montrent également que si la présence d'une surcharge occlusale (interférence, surguidage...) peut être responsable de perte osseuse, à l'inverse, une mise en charge maîtrisée et bien équilibrée transmet à l'implant des forces faibles et stimulantes pour l'os, qui permettent une augmentation du niveau osseux périphérique et une amélioration de sa densité. Les faces occlusales doivent être minutieusement équilibrées, afin de situer les forces développées dans la fourchette de stimulation osseuse.

L'application du seul concept de protection canine, qui ne permet pas d'équilibrer les faces occlusales des secteurs postérieurs, montre des résultats négatifs.

Alors que le respect du modèle naturel de mastication et de déglutition permet à l'équilibration occlusale d'atteindre le niveau de finesse suffisant, qui est la condition déterminante du maintien et de l'augmentation du niveau de l'os péri-implantaire.

Il apparaît donc clairement que les concepts gnathologiques de l'occlusion doivent être abandonnés en implantologie comme ailleurs, parce que leurs possibilités d'équilibration trop limitées les rendent particulièrement dangereux pour la pérennité des implants.

SYNTHÈSE

Chapitre 6

L'Essentiel

Tant que les caractéristiques morphologiques et nutritionnelles de l'espèce humaine sont préservées, elles lui confèrent une grande capacité d'adaptation à des environnements très différents. Elles représentent un compromis qui a permis l'adaptation de l'homme aux différents milieux de notre planète et ouvert la voie à son développement et à son expansion sur pratiquement toute la surface du globe. Quel que soit le type de nourriture disponible, l'homme a pu la cuire, la préparer et la porter à la bouche avec ses mains, la mastiquer avec ses dents, la digérer et l'assimiler. Dans ces conditions, la présence de dents à croissance continue auraient pu être un inconvénient, car dans les zones à régime carné dominant, le caractère très peu abrasif de la viande n'aurait sans doute pas été suffisant pour compenser par usure la croissance continue des dents.

La manducation est une fonction princeps de la physiologie humaine qui doit être respectée et quel que soit le domaine de soins, la préservation et/ou la restauration de l'anatomie et de l'efficacité fonctionnelle des dents et de l'appareil manducateur, doivent s'imposer comme objectifs thérapeutiques.

En première analyse, il apparaît donc un certain nombre de contradictions:

- entre les caractéristiques fonctionnelles réductrices proposées par d'Amico et Jones comme modèle de fonctionnement humain et nos connaissances actuelles de la capacité réelle de l'appareil manducateur.
- D'Amico a écrit que les humains ne fonctionnent pas en occlusion balancée, comme les herbivores, ce qui est vrai pour les adultes jeunes et intègres. Mais l'exemple qu'il donne sur la morphologie de la dentition des herbivores n'est pas pertinent. En effet le cheval, comme l'homme, ne mastique pas en occlusion balancée, ce dont doute d'Amico (1958 N°1, p. 8). Il a

un côté mastiquant et un côté non mastiquant en désocclusion comme beaucoup d'autres herbivores (voir Chapitre 4 p 47 ou Le Gall et Lauret 2011 p 134-135).

- Bien plus, l'observation de deux hominidés et d'un cercopithécidé ayant vécu dans leur milieu naturel avec un régime alimentaire défini par d'Amico comme étant frugivore, insectivore-carnivore, montre clairement pour le premier d'entre eux une attrition extrêmement importante de toutes les surfaces occlusales, pour le second une attrition occlusale modérée/importante, mais une bio-corrosion importante des tables de sortie de cycles. Quant au troisième, il montre une anatomie occlusale mandibulaire largement détruite par l'érosion chimique

Ces phénomènes de bio-corrosion, ignorés par d'Amico, ont une relation très probable, avec l'acidité du régime alimentaire frugivore (voir Chapitre 4 p 56-60).

Ces constatations montrent bien le caractère incomplet de la réflexion de D'Amico sur le régime alimentaire humain. Les conclusions assez dogmatiques qu'il en tire sur l'usure "extraordinaire" des dents lors de la mastication de nourriture herbacée ont peu de pertinence et conduisent à la définition d'un modèle de fonctionnement humain trop restrictif, par rapport à ses possibilités réelles et son efficacité optimale.

Tous les éléments déjà développés nous amènent donc à considérer, en accord avec G. V. Black, que l'homme est omnivore, par sa morphologie occlusale fonctionnelle et sa capacité à digérer et assimiler un régime alimentaire extrêmement varié. Ses caractéristiques nutritionnelles ont été une condition déterminante de son expansion mondiale.

Accord et Désaccord avec d'Amico

En accord avec d'Amico et Jones, nous retiendrons que:

- la canine guide le mouvement de latéroclusion du même côté,
- la canine contro-latérale (du côté non mastiquant) assure un rôle de limitation de l'amplitude du guidage de sortie de cycle de mastication.
- L'occlusion en bout à bout des dents antérieures résulte de l'usure occlusale précoce des dents postérieures, en particulier des tables de sortie de cycle.

En désaccord avec d'Amico et Jones, nous retiendrons que:

- les différentes définitions de la Relation Mandibulo-Maxillaire en R.C. ne prennent pas en compte la posture linguale et la déglutition, ni la cinétique d'entrée de cycle,
- le modèle de fonctionnement de l'homme est généraliste, omnivore,
- la taille de la canine est corrélée à des critères de sélection sexuelle,
- les incisives guident la proclulsion, parfois avec les canines. Les incisives réalisent la préhension du bolus et guident habituellement l'incision, souvent accompagnées par les canines et les dents postérieures.
- l'anatomie occlusale des molaires guide et donne la forme aux cycles de mastication centripètes,
- la position des canines côté mastiquant et non mastiquant a été imposée, par la cinétique de mastication des couples M_1 préexistants,
- la canine côté mastiquant accompagne l'entrée de cycle centripète,
- les articulateurs mécaniques ne peuvent pas reproduire la cinétique et le rapprochement des dents postérieures du côté mastiquant,
- les guidages d'incision et de mastication des dents naturelles et prothétiques, doivent être vérifiés et équilibrés en bouche, pour une efficacité fonctionnelle optimale.
- si les guidages ne sont pas équilibrés en fonction réelle, il persiste sur les faces occlusales des malocclusions qui peuvent être dangereuses pour les dents, leur parodonte et responsables de perte osseuse périphérique autour des implants, ou de dysfonctionnements de l'appareil manducateur.
- si une équilibration est nécessaire, elle doit être réalisée et finalisée en bouche, en privilégiant les techniques d'addition.

CONCLUSION

Chapitre 7

En restant dans le cadre de la fonction princeps des dents naturelles, il apparaît clairement pour d'Amico et les publications qu'il cite, que les dents servent d'abord à mastiquer. Il est utile de le rappeler, car bien des auteurs actuels sur l'occlusion, qui se réfèrent à d'Amico, semblent l'avoir totalement oublié. On peut ajouter qu'elles servent également à supporter le calage de la déglutition.

Le modèle de fonctionnement de l'appareil manducateur humain est très ancien. D'Amico écrit à ce propos: *“L'homme ne s'est pas spécialisé autant que les herbivores, et la morphologie de ses dents reste fondamentalement la même que celle de Dryopithécus”* (D'Amico N°2 1958 P 51). La formule dentaire humaine actuelle possède encore une première molaire mandibulaire de type Dryopithécus (9-12Ma Gregory et Hellman 1926,1939). Nous avons décrit le fonctionnement dynamique de cette configuration, en concordance avec le guidage du pont d'émail de la molaire antagoniste (Lauret et Le Gall 1994, 1996). Bien au delà de l'hypothèse restrictive de d'Amico sur le guidage par la canine, la morphologie et surtout la fonction du modèle Dryopithécus sont restés les mêmes. Ce modèle de fonctionnement est même encore plus ancien. Ses origines le situent au delà de 32 millions d'années (Coppens et Picq, 2000) et il existe encore aujourd'hui.

Il est assez improbable que l'on puisse en dire autant de la protection canine dans un avenir proche.

Une citation remarquable de Georges Monson en 1932, reprise par d'Amico mérite d'être rappelée: *“Au lieu d'étudier les mouvements des condyles indépendamment pour déterminer la relation occlusale de deux dents opposées, nous pouvons, avec des check-bites, aller directement au problème de l'occlusion. Les mouvements des condyles peuvent être considérés comme un résultat et non comme un guide. L'élément de guidage dans la*

mastication de la nourriture sont les cuspides des dents, lorsque le premier contact est réalisé avec les dents opposées. Alors que les condyles guident la mandibule vers le premier contact des dents, le guidage principal est assuré par les dents“ (d’Amico N°1, 1958 p 9-10).

Nous souscrivons totalement à cette citation. Car lorsque Monson écrit que: *“L’élément de guidage dans la mastication...sont les cuspides des dents”* et *“le guidage principal est assuré par les dents”* , il fait évidemment référence aux dents postérieures. Ses observations correspondent à ce que nous constatons régulièrement en réhabilitant les volumes perdus des molaires en sous-guidage, principalement par addition de composite (Figure 7-1). Ces tests d'addition, commencent généralement sur les couples de M₁ et sont équilibrés de façon statique en calant la déglutition et dynamique en simulant la mastication. Lorsque l’équilibre fonctionnel entre la cinétique occlusale et articulaire est rétabli, les mécanismes de protection se lèvent instantanément, la puissance musculaire se libère, les cycles reprennent leur amplitude et retrouvent leur efficacité maximale, sans aucun apprentissage. Ces protocoles cliniques ont commencé à être décrits en 1998 (Le Gall and Lauret PPAD) puis ont été progressivement développés et généralisés (Le Gall et Lauret 2002 2007, 2011).

La compréhension du fonctionnement naturel de l’appareil manducateur humain s’est faite par l’observation de jeunes adultes bénéficiant de tout leur potentiel de guidage dentaire. Ces investigations ont progressivement permis d’accéder à une meilleure connaissance de ses caractéristiques et des conditions de sa meilleure efficacité fonctionnelle (Lauret et Le Gall 1994, 1996; Le Gall et col 1994 etc, Le Gall et Lauret 2004, 2007, 2011).

Ces progrès invalident un certain nombre d’affirmations de D’Amico qui apparaissent incomplètes et parfois non fondées.

Un deuxième élément déterminant est une définition du Dr Forrest Orton à laquelle nous adhérons totalement:

“Qu’entendons-nous par «restauration dentaire?» Voici sa définition: «Une restauration dentaire» peut être décrite comme un substitut artificiel qui restaure la partie perdue d'une dent, d'une dent entière ou de n'importe quel nombre de dents. Le substitut, cependant, doit restituer avec précision la ou les parties perdues, et doit également restaurer leur fonction normale”.

“Cette définition est complète et précise, c'est-à-dire que nous ne pouvons pas appeler restauration, un substitut artificiel, à moins qu'il ne rétablisse sa fonction normale. Le terme

normal signifie naturel. appartenant à la nature” (Orton cité par d’Amico N°7 Juillet 1958 p 237).

Il faut simplement s’entendre sur la définition d’une fonction naturelle, sans contester et interpréter à tort la sélection naturelle. Comme lorsque D’Amico invente un modèle de fonctionnement simplifié qui n’est pas en accord avec le modèle naturel de l’homme, ou qu’il parle de l’intention de la nature quant à la façon dont l’appareil masticatoire de l’homme devrait fonctionner et en suggérant que les petites canines chez l’homme *“semblent être des accidents d’évolution”*(N°2 1958 p127), ou encore, comme ci-dessous, en réservant les adjonctions aux seules canines... (d’Amico (N°6 1958 p 206-207):

“La restauration des zones abrasées des canines à leur dimension originale, afin d’éliminer la possibilité de développer des forces horizontales, ne sera pas seulement d’une grande aide dans la thérapie parodontale, mais elle permettra également d’éviter une nouvelle fatigue de l’ensemble du parodonte... Cette procédure est beaucoup plus souhaitable que le meulage ponctuel des cuspides et des crêtes transversales, tel que préconisé par les partisans de la théorie de l’occlusion «balancée» pratiquant cette méthode d’équilibrage.” Même s’il lutte contre les partisans de l’occlusion balancée, il est regrettable que d’Amico, réserve les additions aux seules canines, car le fait de ne pas vérifier et équilibrer la mastication directement en bouche, laisse perdurer des malocclusions sur les dents postérieures (Le Gall et coll.1994), dont les conséquences pourront être préjudiciables aux dents et leurs tissus de soutien et inverses aux objectifs affichés, sans oublier que c’est le parodonte de la canine en surguidage pendant la mastication qui en supportera également les conséquences.

Toutes ces affirmations de d’Amico indiquent une connaissance incomplète des liens de causalité qui existent entre forme et fonction. Le concept d’anatomie causale qui a découlé de ces liens, a pour objectif la conception de prothèses permettant le remplacement des organes déficients et de leur fonction, ce qui nécessite une connaissance approfondie de l’anatomie fonctionnelle. Ce qui n’était pas le cas de d’Amico, quand ses articles de référence ont été publiés.

D’Amico avait-il, il y a plus de 60 ans, tous les éléments pour décrire le modèle fonctionnel de l’homme ?

A travers ces lignes, il apparaît bien que non (Fig. 7-1).

Qu’il nous soit permis de rappeler un paradoxe supplémentaire de la pensée de d’Amico:

- Il cite Orton en référence, dont la vision complète et cohérente concerne la restauration des volumes fonctionnels perdus de toutes les dents.

- mais contrairement à lui, d'Amico propose un modèle de fonctionnement copié sur la désocclusion en latéralité de l'articulateur, qui tente d'empêcher les contacts fonctionnels entre les dents postérieures en prônant la réhabilitation des volumes fonctionnels perdus des seules canines. En n'envisageant pas la restauration simultanée des dents postérieures abrasées, il réduit de façon drastique leur efficacité fonctionnelle.

C'est pourquoi à la lumière de nos connaissances actuelles de la mastication, de la déglutition et du fonctionnement de l'appareil manducateur, nous avons proposé de faire évoluer le modèle en protection canine proposé par d'Amico, vers un modèle de fonctionnement naturel, en phase avec les données actuelles. Une meilleure prise en compte de la physiologie de la mastication permettrait de corriger les erreurs qui empêchent la validation des propositions de d'Amico. C'est le fondement de la Théorie Organo-Fonctionnelle de l'Occlusion (Le Gall 2013), qui est probablement, à ce jour, la candidate la plus sérieuse au remplacement des concepts gnathologiques:

-Car, à la différence du modèle de d'Amico, elle a pour objectif d'équilibrer la mastication, d'une façon naturelle, en y intégrant le calage de la déglutition.

-Car, comme Orton, elle propose la réhabilitation par addition de tous les volumes fonctionnels perdus, pendant l'incision, la mastication, et la déglutition. Seule la réalisation de ces étapes déterminantes permettra le rétablissement de l'équilibre fonctionnel de l'appareil manducateur.

-Car ses objectifs de respect ou de réhabilitation de la mastication, la déglutition et plus généralement des fonctions orales de contacts dentaires, se situent dans un cadre suffisamment élargi pour lui permettre d'intégrer de futures avancées potentielles de nos connaissances, en physiologie, CFAO ou des innovations à venir, qui permettraient, une amélioration et une simplification des procédures, pour y parvenir.

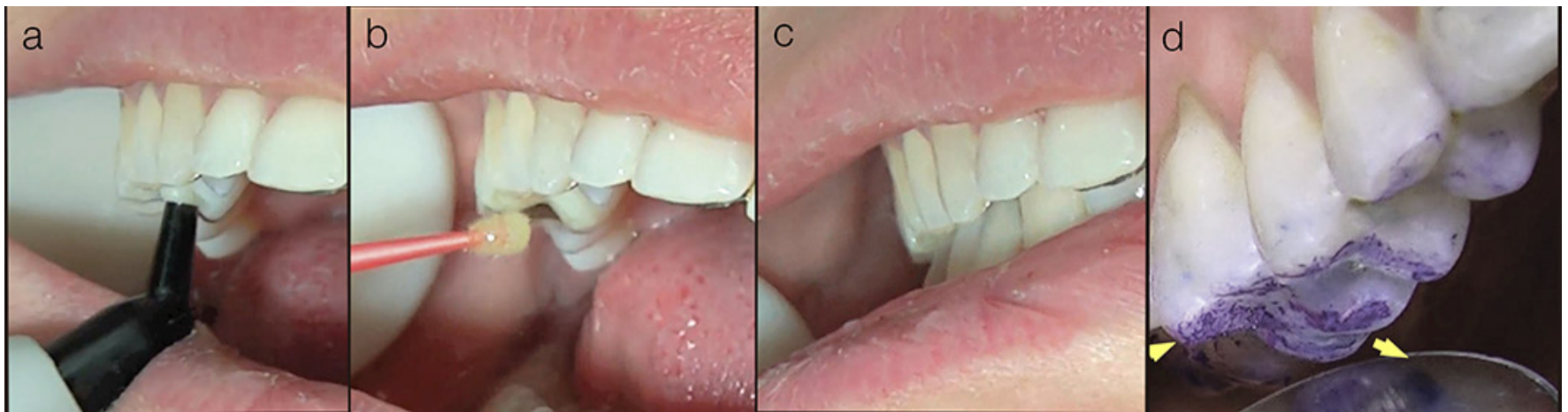


Figure 7-1 a,b,c,d Les tests d'adjonction de composite "composite-up", de collage de "chips ou coquilles" de céramique, ou autres, permettent de restaurer les volumes dentaires perdus ou inadaptés et de rétablir leur fonction de façon non mutilante.

Note

Les techniques de restauration par addition des volumes dentaires perdus, ont fait l'objet d'une réflexion approfondie, sur la façon de les mettre en œuvre avec les matériaux actuels. Elles obéissent à un protocole précis, qui est développé dans une deuxième partie publiée en ligne: "L'Équilibration Occlusale" <https://univoak.eu/islandora/object/islandora:79189>

Pour plus d'information sur ce thème, il faut se référer:

- Soit à l'ouvrage en Français: "La Fonction occlusale : implications cliniques"

Le Gall Marcel G. et Lauret Jean-François (†): 3ème édition augmentée. Editions CDP 2011 Paris www.editionscdp.fr/ Première édition Française (CDP 2002), Italienne (Masson 2005), Portugaise (Artmed 2008)

- Soit au site internet en Français et Anglais: www.mastication-ppp.net www.mastication-ppp.fr

- Soit aux nombreux articles en Français et Anglais, dont les pdf sont accessibles gratuitement depuis le site internet ci-dessus, dans la rubrique "publications" à partir d'un lien Dropbox.

• Soit aux vidéos cliniques, en Français et Anglais, disponibles sur le site ou directement en ligne: <https://youtu.be/3UdTX2Pzxiw>

<https://youtu.be/5i9cUZRwNns>

• Certains liens fonctionnent en cliquant directement dessus. D'autres doivent être recopiés sur le navigateur internet.

• Les PDF de la majorité des articles, des auteurs, sont directement accessibles en cliquant le lien dropbox suivant:

https://www.dropbox.com/sh/s5dju5pa4y38np/AAB_Pid6iRrarg2IWXkOsN2qa?dl=0

ABRÉVIATIONS-CLASSIFICATION

Annexe 8

Abréviations

ATM: Articulation Temporo-Mandibulaire

Big Data: mégadonnées. Nouvelles manières d'analyser les volumes massifs de données, que les moyens classiques ne savent pas gérer

C: Canine

CGP: Chewing Generated Path ; trajet généré par la mastication

CGS: Chewing Generated Surface ; surface générée par la mastication

DAM: Dysfonctionnement de l'Appareil Manducateur

DDA: Dyskinésie Dento Articulaire

DV: Dimension Verticale

DVO: Dimension Verticale d'Occlusion

CADCAM: Computer Aided Design Computer Aided Manufacturing

CFAO: Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur

DA: Digastrique Antérieur

DDA: Dyskinésie Dento-Articulaire

DDM: Dysharmonie Dento-Maxillaire

DP: Digastrique Postérieur

EMG: Électromyographie

FGP: Functional Generated Path ; trajet généré par la fonction, terme ancien impropre. En fait il s'agit de l'enregistrement du mouvement volontaire de latéralité, qui n'est pas un mouvement fonctionnel.

Hypo-D: Hypo-développement

Hyper-D: Hyper-développement

IA: Intelligence Artificielle: Un de ses objectifs est la recherche des méthodes de résolution de problèmes à forte complexité

I: Incisive I₁, I₂

IRM: Imagerie en Résonance Magnétique

Ka: milliers d'années

Ma: millions d'années

M: Masséter

M: Molaire M₁, M₂, M₃

MP: Masséter Profond

MS: Masséter Superficiel

OIM: Occlusion d'Intercuspidation Maximale

OPC: Occlusion en Protection Canine

P: Prémolaire P₁, P₂

PAT: Prothèse Adjointe Totale

PLI: Ptérygoïdien Latéral Inférieur

PLS: Ptérygoïdien Latéral Supérieur

PM: Ptérygoïdien Médial

RC: Relation Centrée

RMM: Relation Maxillo-Mandibulaire

RIM: Relation Intermaxillaire

SGM: Surface de Guidage de Mastication. Traduction de CGP et CGS

T: Temporal, TA: Temporal Antérieur, TM: Temporal Moyen, TP: Temporal Postérieur

Tribosphénique: Dents Tribosphéniques (Granat et Peyre 2011): désigne les dents cuspidées de certains mammifères primitifs et des primates. Ce sont les premières dents occlusales. Leur morphologie spécifique leur donne un rôle dominant dans le calage occlusal et/ou la mastication.

Proposition d'une classification statique et dynamique de l'occlusion

Pourquoi une nouvelle classification?

La classification introduite par Edward Angle en 1899 proposait de prendre, comme référence mésio-distale de l'occlusion de classe 1, l'articulation de la pointe de cuspide mésio-vestibulaire de la M1 maxillaire avec le sillon vertical séparant les cuspides mésio et centro-vestibulaires de la M1 antagoniste. Sa classification est encore utilisée aujourd'hui, bien qu'à l'époque, il considérait la classe 1 comme une malocclusion qui affectait 69,2% de ses patients. Cependant il considérait que l'occlusion du couple première molaire était la base de la morphogenèse du visage, sans dire pourquoi et comment (Riaud 2008). Ses objectifs étaient de classer les malocclusions et de trouver l'équilibre harmonieux de la face (avec Apollon en référence), en alignant les dents. Sans préciser pour autant quels étaient les caractéristiques des couples M1 qui menaient à la morphogenèse optimale et sans les équilibrer.

A cette époque, le rôle des muscles, de la proprioception, de la posture linguale et surtout la physiologie de la mastication, étaient encore totalement inconnus et aucune relation directe n'a pu être établie ensuite, entre sa référence vestibulaire de la classe 1 et la cinématique occlusale de mastication.

Les divers concepts occlusaux développés dans la première moitié du XXème siècle ont été peu soucieux de l'anatomie occlusale des dents postérieures, en préconisant des concepts d'occlusion balancée très mutilants, inspirés de la PAT. D'Amico a introduit en 1958 le concept de protection canine sur les dents naturelles, qui était l'antithèse de l'occlusion balancée appliquée aux dents et préconisait un guidage exclusif de la canine en latéralité, permettant d'éviter tout contact dynamique entre les dents postérieures pendant la mastication, sauf en OIM.

L'introduction du Replicator® par Lundeen et Gibbs (1981-1982) a permis de disposer des premiers enregistrements de cycles de mastication. Par la suite des travaux additionnels ont été publiés sur ce thème (Mongini et col.1985, Pröschel 1987, Nishio et col. 1988). D'autres travaux ont commencé à montrer qu'il n'y avait pas de protection canine pendant la mastication (Le Gall et al 1994). Ils ont décrit l'anatomie occlusale fonctionnelle des M1 qui délimite l'enveloppe maximale des cycles, du côté mastiquant (Lauret et Le Gall 1994). Ils ont remarqué que la forme des cycles dépendait de la morphologie occlusale des dents postérieures et qu'elle pouvait être changée en modifiant leur anatomie occlusale par addition (Le Gall et Lauret 1998). Ils ont également décrit les rails de guidage de mastication présents sur les faces occlusales des couples de premières molaires lorsqu'elles sont en occlusion de type 1, correspondant à l'ancienne classe 1 d'Angle (Le Gall et Lauret^(†) 2011 et ci-dessus chapitre 5F). Ils ont pu observer, sur les dents fossiles, que ce modèle de fonctionnement existait depuis au moins 32 Ma chez les anthropoïdes ancêtres de la lignée humaine (chapitre 5E).

En Occlusotype 1 (classe1) les couples de premières molaires sont l'image 3D inversées l'une de l'autre en OIM et sont appariées l'une à l'autre, en relation dynamique, par la présence de rails occlusaux autostabilisants qui canalisent leurs déplacements pendant la phase occlusale de la mastication, tout en assurant leur efficacité. Cette canalisation existe dès leur mise en occlusion, alors qu'elles sont encore les seules structures de guidages réellement présentes dans la bouche. Toutes les dents suivantes viendront progressivement s'inscrire dans leur schéma fonctionnel de mastication au fur et à mesure de leur émergence progressive, sur les arcades, y compris les canines.

En Occlusotype 1, le rail principal de guidage d'entrée de cycle de M₁ maxillaire, part de sa cuspide disto-vestibulaire, plongeante sur l'arcade, se poursuit sur le **pont d'émail** et se termine sur la partie distale de sa table mésio-palatine, en fin de sortie de cycle. Il est équilibré simultanément par un deuxième rail partant de la cuspide disto-linguale de M₁ mandibulaire, qui se termine en sortie de cycle sur les versants internes de ses cuspidés centro et disto-vestibulaires.

Ces rails opposés, de section triangulaire, coulissent de façon réciproque dans des réceptacles appariés, en forme de V, sur la M1 antagoniste:

- pour l'entrée de cycle vestibulaire, respectivement entre les versants externes des cuspidés centro et disto-vestibulaire de la M₁ mandibulaire à **5 cuspidés** (Y5 dryopithecus).

- pour l'entrée de cycle linguale entre les versants externes des cuspides mésio et disto-palatines de M₁ maxillaire.
- les tables de sortie de cycle glissent l'une contre l'autre en engageant réciproquement leurs rails.

Ce n'est pas la cuspide de référence retenue par Angle qui est directement impliquée dans ce guidage, mais la cuspide Disto-Vestibulaire de M₁ maxillaire. C'est cette cuspide DV qui a été retenue, en ODF, par Andrew (1972) comme sixième clé vestibulaire de l'occlusion statique. L'analyse occlusale dynamique montre que c'est bien de la pointe de cette cuspide DV que part le rail de guidage maxillaire, mais elle montre aussi que ce rail est doublé par un second rail partant de la pointe de cuspide disto-linguale mandibulaire. L'appairage de ce double guidage d'entrée de cycle apparaît aujourd'hui comme la première clé dynamique de la mise en place du schéma occlusal adulte et de la mastication équilibrée. La seconde clé étant la continuité de ces rails sur les tables de sortie de cycle. Ce qui assure une canalisation permanente de la phase dentaire.

Ce qui permet d'associer les rapports d'OIM de type1, en vue vestibulaire et linguale, à la cinématique de mastication, en vue occlusale,

- en y intégrant les rails de guidage occlusaux, autour desquels s'est organisé le schéma occlusal adulte et qui fonctionne de façon optimale et coordonnée en occlusion de type1.
- En relation de type1, les premières molaires maxillaires et mandibulaires sont la représentation en volume inversé l'une de l'autre. C'est en occlusion de type1 qu'elles présentent la meilleure coordination statique pendant la déglutition, la meilleure coordination dynamique pendant la mastication et la meilleure forme et efficacité des cycles de mastication (Johnsen et Trulsson 2005). La configuration Y5 et le pont d'émail étaient déjà présents sur les 3 molaires des anthropoïdes de la lignée humaine, il y a plus de 32Ma. Seules les M₁ actuelles ont conservée cette configuration, en devenant progressivement les molaires les plus importantes, car elles sont situées au centre de gravité frontal de l'arcade (Treil et Casteigt, 2000).
- **C'est donc à partir de leur relation fondamentale en type 1 que le schéma occlusal optimal de l'adulte se construit et qu'une nouvelle classification doit être établie.**

Dans la classification mésio-distale statique des rapports d'occlusion de classe 1, toute référence à Angle doit être abandonnée, car il la considérait comme une malocclusion. La

clé statique d'Andrew, bien située du seul côté vestibulaire, mais absente du côté lingual et sans aucune référence occlusale dynamique, ne pourra pas non plus être conservée.

Nous proposons donc l'introduction d'une nouvelle classification des rapports d'occlusion basée sur les caractéristiques statiques et dynamiques optimales du couple de premières molaires en occlusion de Type 1 (ou occlusotype 1), définies comme la normalité fonctionnelle:

- **servant de référence à la classification des malocclusions,**
- **et servant de modèle à leur réhabilitation.**

Les autres rapports d'occlusion décalés mésialement ou distalement, d'une fraction de cuspide, d'une cuspide ou plus, en **Type 2** (classe 2) ou **Type 3** (classe 3), n'ont pas la même cohérence fonctionnelle, ne permettent pas le fonctionnement des rails occlusaux et montrent souvent des cycles de mastication déformés, susceptibles de perturber la croissance physiologique chez l'enfant. Cependant, la forme de ces cycles peut être rétablie par addition de composite, en déplaçant parfois l'emplacement des cuspides. En proche **Type1** (classe1), il est souvent possible de rétablir les rails lorsqu'ils sont mal appariés. (Ils sont importants pendant la mise en place de l'occlusion et la croissance faciale). Alors que dans les autres rapports d'occlusion, il faudra généralement se contenter d'établir une bonne coordination des surfaces antagonistes, ce qui permettra de rétablir la forme et l'amplitude des cycles, leur efficacité et donc l'équilibre fonctionnel de l'appareil manducateur,.

En résumé, nous proposons de remplacer la classification habituelle incomplète, en prenant en compte la déglutition et la mastication, ainsi que les différents occlusotypes et leurs sous-types en relation avec leur niveau d'efficacité fonctionnelle et de leur pertinence dans le traitement des DDA.

- Occlusotype 1.



Fig.8-1

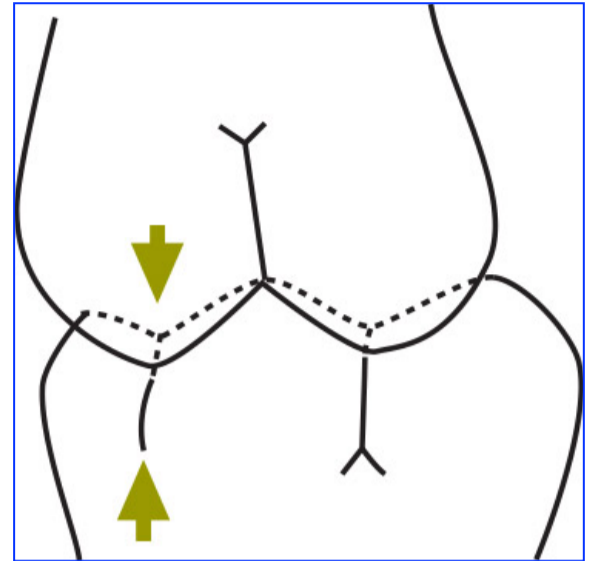


Fig.8-2

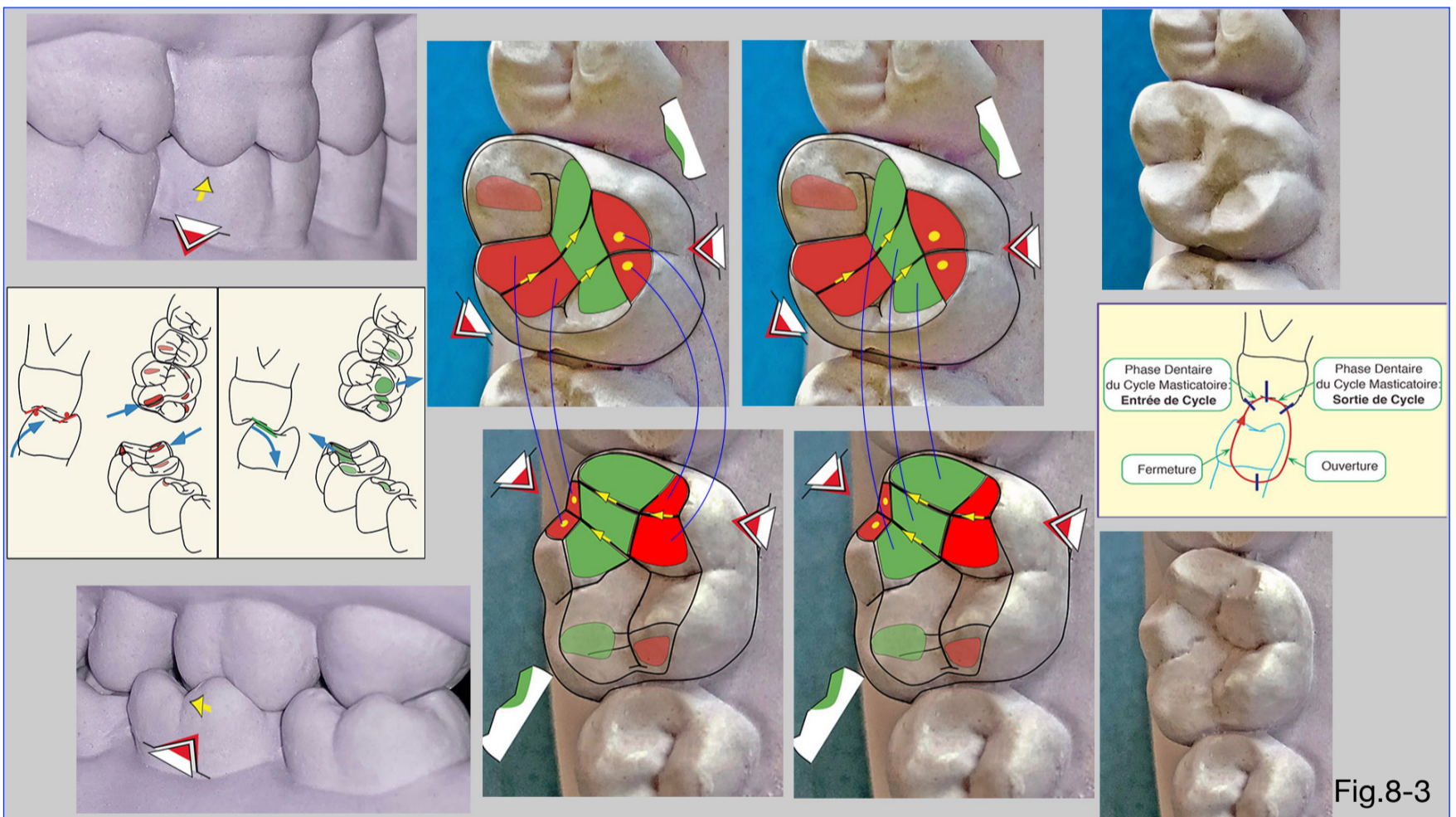


Fig.8-3

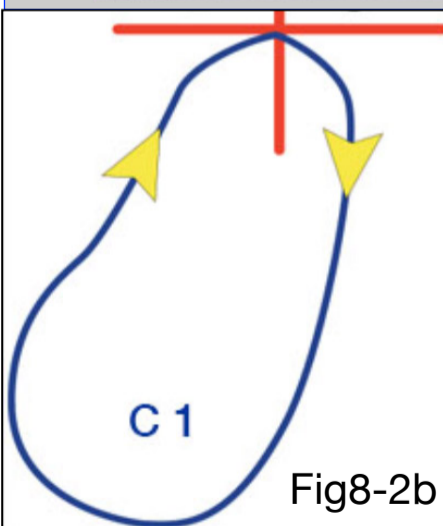


Fig8-2b

C'est la nouvelle référence de la relation fonctionnelle, statique et dynamique, du couple des premières molaires permanentes humaines (Fig. 8-1 à 8-3, Fig. 5F-1 à 5F-5).

En occlusion optimale de type 1, les contacts naturels de déglutition se situent en OIM. Ce qui peut être vérifié par le protocole associant -le port d'une butée antérieure modifiée -à la posture de déglutition de la pointe de la langue. La position obtenue est autodéterminée par le patient, sans aucune manipulation.

Le concept de protection canine guide la latéralité excentrique, mais ne protège pas les secteurs postérieurs pendant la mastication. C'est pourquoi nous l'avons abandonné depuis près de 30 ans, au profit de la simulation réelle de la mastication et de son ajustement par addition en bouche.

C'est en occlusotype1, que la forme de cycle optimale est le plus généralement observée. Son amplitude dépend de la morphologie occlusale naturelle propre au patient et de sa cinétique articulaire. C'est en type 1 que l'appareil manducateur présente le meilleur équilibre anatomo-fonctionnel statique et dynamique, la meilleure puissance et efficacité masticatrice, avec une absence totale de DDA d'origine dentaire. Lorsque des dyskinésies entre dents et articulations sont observés dans les autres O-types, l'établissement d'un modèle de type 1 est le meilleur moyen de les traiter. Le type 1 est naturellement associé à une croissance faciale et musculo-squelettique équilibrée avec celle des arcades, c'est également pourquoi il représente le modèle à établir, lors des traitements précoces de l'enfant. **Toutes les autres caractéristiques occlusales de ce modèle de mastication sont rappelées sur les illustrations de la figure 8-3 et font partie intégrante des spécificités du Type 1.**

Le type 1 bilatéral avec une mastication alternée et ample (cycles C1), est optimal.

Le type 1 peut être unilatéral et associé à un type 2 ou type 3 contro-latéral: O-type 1-2 et O-type 1-3. Voir le tableau général

Les autres occlusotypes présentent des niveaux de Dysharmonies Dento-Maxillaire (DDM) et de Dyskinésie Dento-Articulaire (DDA) variables, avec des cycles plus ou moins déformés, qui peuvent dépendre:

- de facteurs génétiques comme la taille relative des dents et des arcades, la présence de fissures vélo-palatines, de trisomies 21 etc,
- d'une croissance faciale anormale due à des postures linguales atypiques, en relation ou non avec la déglutition seule, puis plus tard, au déséquilibre du calage dentaire de déglutition,
- de l'incidence sur la croissance faciale et squelettique et les pathologies articulaires, des modifications du schéma occlusal de mastication et réciproquement,
- de traumatismes accidentels,
- de pathologies diverses.

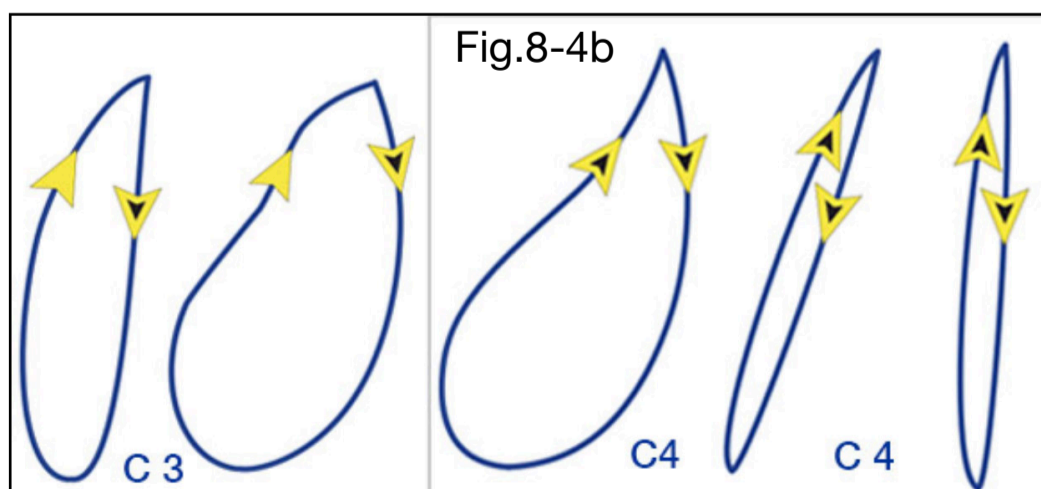
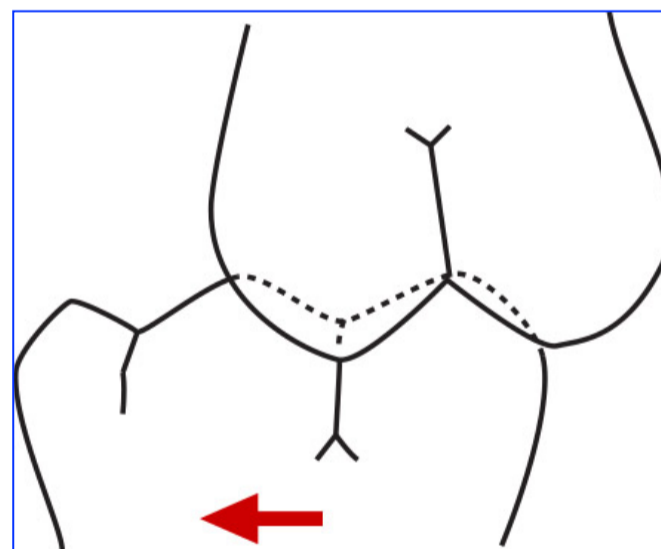
Certaines de ces DDA et DDM peuvent être corrigées facilement, par un traitement d'ODF préalable et/ou en utilisant les mêmes techniques d'équilibration par d'addition, qui permettant de rétablir l'équilibre fonctionnel et la forme des cycles, de type 1, mais en les adaptants aux rapports d'occlusion réels du patient. Ces protocoles seront développés dans le tome 2,

Pour d'autres, présentant un **hypo-développement (hypoD)** ou un **hyper-développement (hyperD)** squelettique et/ou facial*, le recours à la chirurgie orthognatique pourra être nécessaire, préalablement ou conjointement à la réhabilitation occlusale.

*Pendant la croissance, les orientations anormales de la croissance faciale et squelettique peuvent affecter le volume des étages moyen et inférieur de la face. Ces modifications peuvent être localisées ou généralisées, verticales, asymétriques, transversales, latérales, antérieures ou postérieures et concerner le maxillaire, la mandibule ou les deux. Leur diagnostic et leur traitement précoce permet de réorienter la croissance et d'éviter le recours ultérieur à des chirurgies orthognatiques parfois lourdes.

- Occlusotype 2:

En occlusion de Type 2, la M₁ mandibulaire est décalée distalement, d'une fraction de cuspide, d'une cuspide ou plus (hypo-développement mandibulaire (ramus, corpus...)). Les rapports d'OIM ne sont plus équilibrés et les surfaces occlusales des couples M1 ne sont plus coordonnées lors des cycles de mastication. Les contacts d'OIM entre les tables de sortie de cycle sont très souvent absents, avec un sous guidage souvent total des sorties de cycle. L'absence d'informations proprioceptives réduits souvent les cycles à un simple cisaillement vertical, en particulier sur les types 2 partielles. Ces cycles déformés et verticaux sont fréquemment associés à des DDA (contractures musculaires douloureuses, bruits articulaires etc). Même lorsque le déplacement des dents est impossible, la

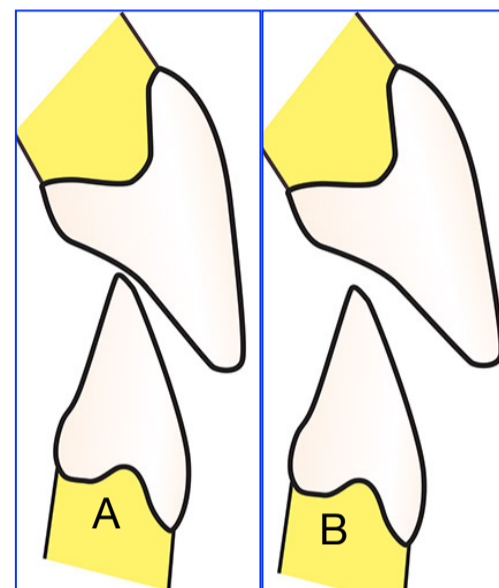


modification de l'anatomie occlusale par addition, soit en haut soit en bas, en fonction des courbes, permet de rétablir l'équilibre des sorties dentaires, donc de l'amplitude et de l'efficacité des cycles observés en Type1. Dans les types 2 le

rétablissement des rails de guidage est rarement possible en clinique. Lorsque la reproduction de la mastication sera bien maîtrisée sur les articulateurs virtuels, il sera probablement possible de les reproduire en CFAO, lors de la réalisation du modèle thérapeutique virtuel.

Occlusotype 2: Deux Subtypes (ou sous-types)

Type 2 Subtype1 (S1): décalage distal de M1 mandibulaire avec une béance horizontale postéro-antérieure et une fonction relai avec les dents postérieures lors de l'incision. (Figures 8-5 à 8-7). Vidéo Youtube de ce cas (F): <https://youtu.be/gnpabYTa2mU>



Figures 8-5 à 8-7: Type 2 S1. Figures 8-8 et 8-9: Type 2 Subtype 2. Les cycles des sous-types 1 et 2 présentent des formes variables peu efficaces (Figure 8-4b)



Type 2, subtype 2 (S2): décalage distal de la mandibule M1, avec une forte supraocclusion et un verrouillage vertical des incisives mandibulaires par les maxillaires. (Figures 8-8, 8-9)

- Occlusotype 3:

Décalage mésial de M1 mandibulaire, allant d'une fraction de cuspide à une cuspide ou plus (fig.8-10, 8-11). (Hyper-développement mandibulaire antérieur et/ou transversal.

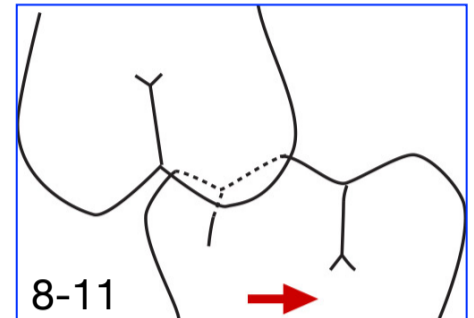
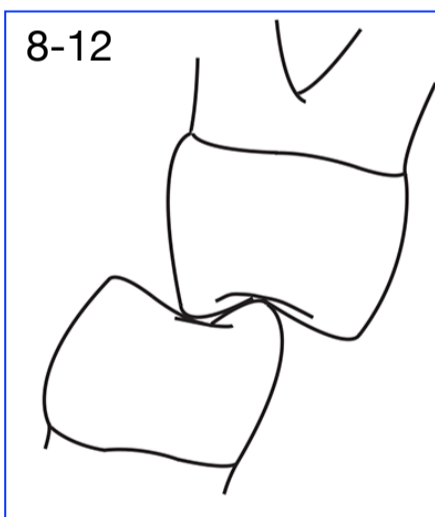
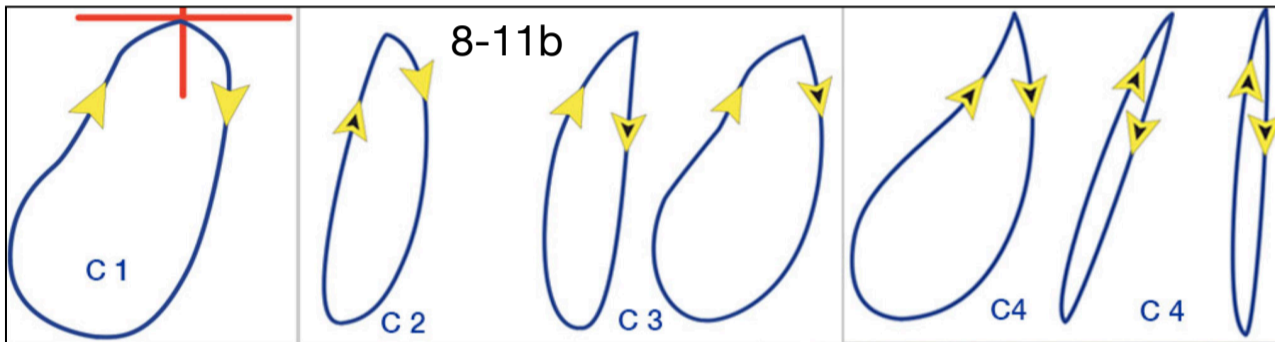


Fig. 8-11b Grande variabilité des cycles. Ils sont parfois coordonnés en frontal par usure. Les DDA sont moins fréquentes qu'en Otype-2

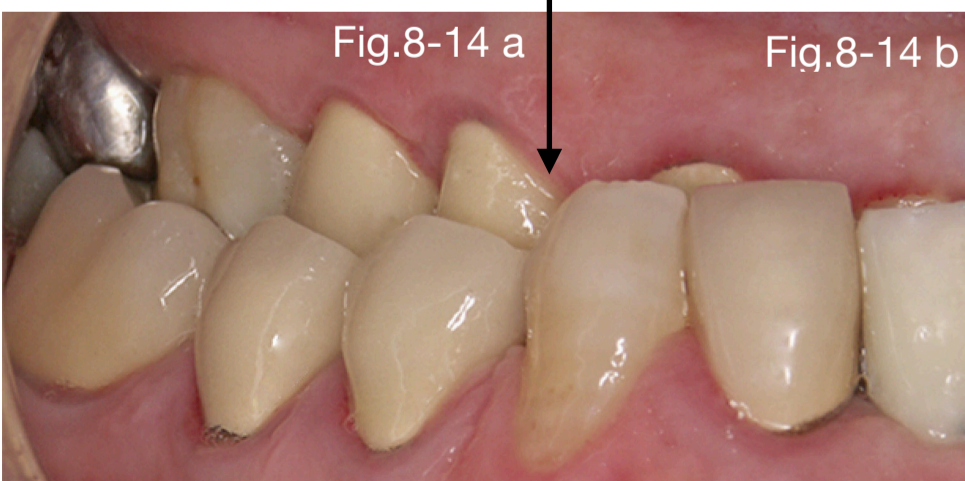


Occlusion inversée



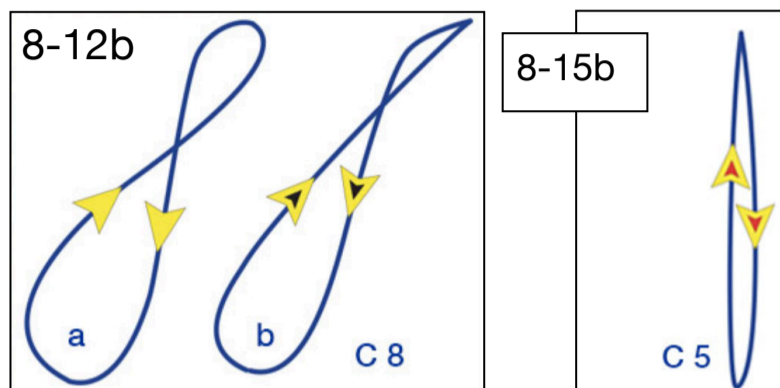
Occlusion croisée

La figure figure 8-14 est divisée en deux parties. Le secteur postérieur droit en occlusion inversée est stable. La mastication peut être rendue efficace même avec des cycles en 8. Le secteur antérieur est en occlusion croisée évolutive, car sans calage occlusal en OIM. La figure 8-15 montre une occlusion croisée postérieure gauche, sans calage vertical opposé et évolutive.



Comme en type 2, la coordination des faces occlusales n'est pas bonne. Cependant moins de pathologies, qu'en type 2, sont généralement observées.

Type3: Trois Subtypes (ou sous-types)



Type3 S1: occlusion inversée postérieure avec cycle en forme de 8, ou non (fig. 8-12 et 14a).

Type3 S2: Fig.8-15:occlusion croisée postérieure évolutive, sans calage occlusal. Cycle vertical en surguidage.

Type3 S3: Fig.8-13, 8-14b: occlusion croisée antérieure évolutive défaut de calage vertical. Mastication frontale sans recul. Cycles pouvant être amples Fig. 8-11



Type3 S3: Fig.8-16: occlusion croisée antérieure consécutive à un hypo-développement maxillaire associé à une double fissure vélo-palatine.

Type3 S3: Fig.8-17: occlusion croisée antérieure consécutive à un enfoncement traumatique du maxillaire (choc frontal sur autoroute prise à contresens suivie de plus de 3 mois de coma).

- Occlusotype 4: Les béances:

Il y a absence de contacts statiques et dynamiques entre certains groupes de dents maxillaires et mandibulaires. Les béances résultent généralement d'apraxies linguales. Dans ce cas elles peuvent affecter les dents antérieures et une partie des dents postérieures en ne laissant parfois qu'un seul couple de molaires en occlusion de chaque côté. Dans ce contexte elles peuvent aussi n'affecter qu'un seul secteur postérieur. Mais elles peuvent résulter d'autres étiologies (fig. 8-21).



Figure 8-18, béance en dentition lactéale



Figures 8-19: béance chez un jeune adulte.



Figure 8-20: béance chez jeune adulte.



Figure 8-21: béance chez un adulte de 45 ans secondaire à une biocorrosion due à la consommation abusive de soda contenant de l'acide phosphorique (PH 2,7) pendant 25

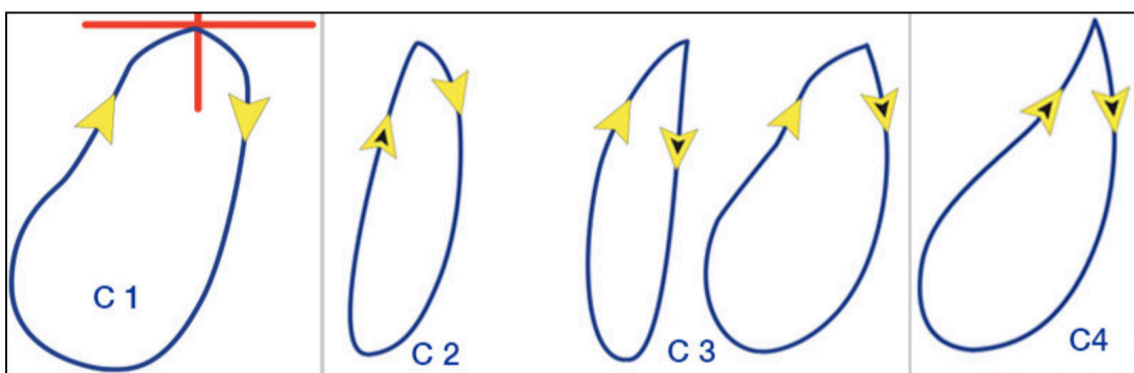


Figure 8-22: Cycles de formes diverses. Mastication frontale
Guidages souvent coordonnés par usure.

Deux Subtypes (ou sous-types)

Type 4 S1: Béance verticale antérieure, latérale, complète. (vertical open bite) (fig. 8-18)

Type 4 S2: Béance horizontale antérieure (anterior horizontal overjet) (fig. 8-19, 8-20)

Les cas des figures 8-18,19, 20 résultent de dysmorphoses et/ou d'apraxies linguales.

- **Occlusotype 5:** Regroupement de cas complexes et atypiques: occlusion croisée d'un seul côté (Fig. 8-15) ou inversée d'un seul côté (Fig. 8-22, 8-23), ou en type 2 d'un côté et en type 3 de l'autre côté etc.



Figure 8-22, 8-23. Occlusion latérale droite inversée, asymptomatique chez un patient, de près de 70 ans, en situation de confort. La solution eut été chirurgicale et prothétique. Elle a été écartée par le patient, lui-même chirurgien. Seuls les soins conservateurs et le traitement parodontal ont été réalisés.

Synthèse

Nous avons limité la classification occlusale aux relations interdentaires statiques et dynamiques pendant la déglutition et la mastication. La relation maxillo-mandibulaire ne figure pas dans la classification. Bien qu'étant toujours sujette à des controverses sur les nombreuses définitions, de la RC, il apparaît clairement aujourd'hui que l'OIM est la position naturelle du calage de la déglutition et que cette dernière est la référence naturelle de la Relation Mandibulo-Maxillaire. Nous avons expliqué pourquoi au chapitre 5.

Dans toute analyse occlusale, le chemin de fermeture doit être vérifié préalablement à toute décision thérapeutique. Le protocole de la butée modifiée, associé à la posture de la pointe de la langue, qui permet de le vérifier, est développé dans le chapitre 3 du tome 2 "Clinique de l'équilibration occlusale". Les pathologies articulaires et leur classification sont également abordées au chapitre 5.

D'une façon générale, toutes les techniques et protocoles d'équilibration occlusale non mutilants permettant de vérifier et rétablir l'équilibre des fonctions dentaires de l'appareil manducateur, sont développées dans le tome 2. Ce sont ces procédures qui permettent de traiter les conséquences pathologiques des Dyskinésies Dento-Articulaires qui représentent la partie importantes des Dysfonctionnements de l'Appareil Manducateur que les praticiens dentaires sont capables d'assumer seuls ou en collaboration avec les autres intervenants de la sphère oro-faciale et de sa morphogénèse, principalement les spécialistes d'Orthopédie-Dento-Faciale et les chirurgiens Maxillo-Faciaux.

Le Tome 2 de cet ebook: "Clinique de l'Équilibration Fonctionnelle" est disponible en Français. Lien de téléchargement: <https://univoak.eu/islandora/object/islandora:79189>
L'édition Anglaise sera disponible prochainement.

BIBLIOGRAPHIE

Les articles portant la mention **pdf**, sont directement accessibles en cliquant le lien dropbox suivant:

https://www.dropbox.com/sh/s5djul5pa4y38np/AAB_Pid6iRrarg2lWXkOsN2qa?dl=0

Ackermann F. Occlusodontologie et Occlusodontie Occlusodontology and Occlusodontia "Équilibrations et Réhabilitations Occluso-Articulées" Rev. Fr. Odonto-Stoma. Tome XI Aout-Sept 1964 p 114

Akça K. and Cehreli MC. "Two-year prospective follow-up of implant/tooth-supported versus freestanding implant-supported fixed partial dentures". Int J Periodontics Restorative Dent 2008;28:593-599.

Andrews L. F. "The six keys to normal occlusion". Amer J Orthod 1972;62(3):296-309.

Angle, E. H. Classification of malocclusion. Dent. Cosmos 1899; 41(3):248-64.

Black G.V. "Descriptive Anatomy of the human teeth" 1890 The Willington Dental Manufacturing Co 1413 Filbert street Philadelphia

Bonnet B. "Un appareil de reposturation : l'enveloppe linguale nocturne (ELN)". Rev orthop Dento Faciale, 1992 ; 26 : 329-347

Bonnet B : "L'Enveloppe Linguale Nocturne (ELN)". In Château Orthopédie dento faciale. T. 2, 6ème ed Paris: CdP, 1993; 248-251

Bonnet B. "O.D.F. et O.R.L. face à l'insuffisance faciale et à l'hyperdivergence" Rev Orthop Dento Faciale 2010 ; 44 **pdf**

Brunet M et Picq P. "La grande expansion des Australopithèques" P. 256; in "Aux Origines de l'humanité" Coppens Y. et Picq P . Directeurs scientifiques, Fayard ed 2001 Vol1

Campbell, S.K. "Le contrôle nerveux de la mastication." Chir. Dent. Fr.,1985, 308 : 41-45

Champ Martine. "Digestion des glucides chez le monogastrique". Reproduction Nutrition Développement, 1985, 25 (4B), pp.819-842. <hal-00898341>

Christensen C. "The problem of the bite" Dent Cosmos 1905; 47:1184

Coppens Y et Picq P: Directeurs scientifiques Auteurs: Anati E, Barriel V, Berthelet A, De Bonis L, Brunet M, Chavaillon J, Hublin JJ, Jaeger JJ, Picq P, Senut B, Thomas H, Vandermermeers B. "Aux Origines de l'humanité". Fayard ed 2001 Vol1

Cuvier Frédéric (1773-1838): "Des Dents des mammifères considérées comme caractères zoologiques" 1825

[Étienne Geoffroy Saint-Hilaire](#) et Frédéric Cuvier “l’Histoire naturelle des Mammifères” (4 volumes, 1824-1842).

(Cuvier Frédéric est le frère de l’anatomiste Cuvier Georges 1769-1832)

Cuvier Georges 1769-1832 - “Leçons d’anatomie comparée” (vol 1 à 5 1800-1805) -[Le Règne animal distribué d’après son organisation](#): pour servir de base à l’histoire naturelle des animaux et d’introduction à l’anatomie comparée Tome 1 1817: p246-270 (4 volumes, 1817)

D’Amico Angelo. “The Canine Teeth: Normal functional Relation of the Natural Teeth of Man. Accepted Theories on Normal Occlusion of the Natural Teeth of Man. Origin and Evolution of the Natural Teeth of the Primates Including Man. The living Apes: Dietary and Eating Habits.,The Fossil Apes (Man Apes)” S. Ca. State Dent. Assoc. J. Jan. 1958 Vol 26 N°1

D’Amico Angelo. “The Canine Teeth:Normal functional Relation of the Natural Teeth of Man (Continued). A Study of the Morphology of the dentition of the herbivorous and Carnivorous. The Pre-White and Present Australian aboriginal” S. Ca. State Dent. Assoc. J. Feb. 1958 Vol 26 N°2

D’Amico Angelo. “The Canine Teeth:Normal functional Relation of the Natural Teeth of Man (Continued). The Edge to Edge Bite: Resolution of its Development. The California Indian” S. Ca. State Dent. Assoc. J. Apr. 1958 Vol 26 N°4

D’Amico Angelo. “The Canine Teeth:Normal functional Relation of the Natural Teeth of Man (Continued). The dentition of the Present California Indian” S. Ca. State Dent. Assoc. J. May. 1958 Vol 26 N°5

D’Amico Angelo.“The Canine Teeth:Normal functional Relation of the Natural Teeth of Man (Continued). Mechanics of Mastication: Resolution of the Opposing Forces” S. Ca. State Dent. Assoc. J. June. 1958 Vol 26 N°6

D’Amico Angelo “Functional Occlusion of the Natural Teeth of Man (Concluded) Summary and Personal Notes” S. Ca. State Dent. Assoc. J. July. 1958 Vol 26 N°7

D’Amico Angelo “Normal functional Relation of the Natural Teeth of Man Fixed Partial Dentures” J. Prost. Den. Sept-Oct 1961 Vol 11, N°5

Darwin C. “De l’Origine des Espèces au Moyen de la Sélection Naturelle”,1859 Londres

Darwin C. “The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex” 1871 London

Darwin C. “La Filiation de l’homme et la sélection liée au sexe” 1871

Dawson Dawson P.E. “Functionally generated path techniques for recording border movements intraorally” St Louis: C.V. Mosby co., 1974: chapt. 19, p248-274

De Ramecourt G.: “Grandes chasses et petites choses d’Afrique” Firmin-Didot ed. Paris 1970

Deffez J.P., Fellus P., Gérard C. “Rééducation de la déglutition salivaire. Guide clinique” CDP Ed. Paris 1995 p. 33 p. 80-81 p. 55-75

- Delow, P.G.; Lund, J.P. "Evidence for central timing of rythmical mastication." J. Physiol. (London), 1971, 215:1-13
- Deshayes M-J. "Dentofacial Orthopedics to Treat facial asymmetrics before 6 years of age." Orthod. Fr. 2010; 81: 1-6
- Deshayes M-J. "Orthopédie Dento-Faciale: traitement des asymétries faciales avant l'âge de 6 ans." Orthod. Fr. 2010; 81: 1-6
- Fenlec S. et Jaisson M. "Comprendre la CFAO 4D" Info Dent. Fr. 2018 n°3, 24 Janv. 2018: p 3-8
- Fontenelle A.; Woda A: "Physiologie de l'appareil manducateur" In Chateau M.: Orthopédie Dento-Faciale, Bases Scientifiques; 1993 Ed C.D.P. Paris, p 212-221
- Fournier, M. In Chauvois, A., Fournier, M., Girardin, F. "Rééducation des fonctions dans la thérapeutique orthodontique" SID Ed Paris 1991p.78-121
- Gallo L.M. "Modeling of Temporomandibular Joint Function Using MRI and Jaw-Tracking Technologies-Mechanics Cells Tissues Organs" 2005;180:54-68
- Gaudy, J.F.; Hadida, A.; Brunel, G.; Tavernier, J.C. "Les muscles masticateurs possédant une insertion capsulo- méniscale au niveau de l'articulation temporo-mandibulaire". Inf. Dent., 1992, 39 : 3517-3522
- Gaudy J.F. Ouvrage " Anatomie clinique": 2eme édition Editions CDP.2007 Paris www.editionscdp.fr/
- Gibbs C.H.; Lundeen H.C.; Mahan P.E.; Fujimoto J. "Chewings movements in relation to border movements at the first molar". J Prosthet Dent 1981; 46: 308-322
- Gibbs, C.H. "Occlusal forces during chewing. Influences of biting strength and food consistency." J.Prosthet.Dent., 1981,46 (5) : 561-574.
- Granat J. et Peyre E. "L'histoire des dents de l'homme et l'histoire de l'origine du genre homo". "History of the human teeth and history of the origin of the genus homo" Actes Société Française d'histoire de l'Art Dentaire 2011, 16 P 57-62
- Granat Jean "Histoire naturelle des dents humaines" 2001 On Line: Granat Jean SFHAD 2001
- Grancher Denis DMV, Dr Nutr. "Alimentation des Carnivores Physiologie, besoins, Produits et tendances. Les hydrates de carbone dans l'alimentation du chien". ENV. Lyon Strasbourg 9 déc 2009
- Gregory, W. K., and Hellman M "Dentition of Dryopithecus and the origin of man" Anthropol. Papers Am. Mus. Nat. Hist. 1926, 28: 1-123
- Gregory, William. King. and Hellman, Milo. "The South African Fossil Man Apes and the Origin of the Human Dentition". J Am Dent Assoc V. 26 Pt 1 January-June 1939)

- Guichet, N.F. "Biologic laws governing functions of muscles that move the mandible. Part I. Occlusal programming". *J.Prosthet.Dent.*,1977, 37 (6) : 648-656.
- Gysi A. "The problem of articulation." *Dent Cosmos* 1910; 52:1-19, 148-169, 403-418.
- Gysi A. "Masticating efficiency in natural and artificial teeth, III. The bites in natural and porcelain teeth". *Dent Dig* 1915; 2:139-45
- Gysi A. "Practical application of research results in denture construction". *J Am Dent Assoc* 1929;16:199-223.
- Hennig W. "Phylogenetic Systematics", Univ. of Illinois Press, Urbana 1966
- Horio, T.; Kawamura, Y. "Effect of texture of food on chewing patterns in the human subject". *O r a l Rehabilitation*, 1989,16 : 177-183
- Ingervall B. "Retruded correct position of mandible. A comparison between children and adults" *Odont. Rev. J.* 1964 ; 15 : 130-149
- Jaisson, M. et coll. "Finite element modeling of the articular disc behaviour of the temporo-mandibular joint under dynamic loads" *Acta Bioeng Biomech*, 2011. 13(4) p.85-91
- Jankelson B. and Swain CW, "Physiological Aspects of Masticatory Muscle Stimulation, Myomonitor", coll. « The Quintessence Intl » (no 12), 1972
- Jones H. G. "Australian Aboriginal", *American Journal of Physical Anthropology*, Sept. 1947
- Joerger, R. "La relation centrée, un concept métaclinique" *Stratégie Proth* 2005, (5)5: 369-376
- Joerger Roger, Le Gall Marcel G., Baumann Bertrand. "Mastication et Déglutition : Tracés axiographiques : Essai Clinique" *Cah. Prothèse* 2012; juin 158: 45-54 [pdf](#)
- Inoue T, Kato T, Masuda Y, Nakamura T, Kawamura Y, and Morimoto T. "Modifications of masticatory behavior after trigeminal deafferentation in the rabbit". *Exp Brain Res* 74: 579-591, 1989.
- Johnsen SE and Trulsson M. "Receptive field properties of human periodontal afferents responding to loading of premolar and molar teeth". *J Neurophysiol* 89: 1478-1487, 2003a
- Johnsen S E. and Trulsson M: "Encoding of Amplitude and Rate of Tooth Loads by Human Periodontal Afferents From Premolar and Molar Teeth". *J Neurophysiol* 93: 1889-1897, 2005
- Jones Hector G. "La Dentition Primaire des Homo Sapiens et la Recherche de ses Caractéristiques Primitives". *American Journal of Physical Anthropology* vol 5 N.S. N°3 September 1947
- Jones Hector G. "The Primary Dentition in Homo Sapiens and the Search for Primitive Features" *American Journal of Physical Anthropology* vol 5 N.S. N°3 September 1947 (Jones Hector G. Toowoomba, Queensland, Australia)
- Katsavrias Elias G. "Changes in Articular Eminence Inclination During the Craniofacial Growth Period"

The Angle Orthodontist: 2002 Vol. 72, No. 3, pp. 258–264

Lambrechts p., Goovaerts k., Bharadwaj d., de Munck j., Bergmans l., Peumans m., Van Meerbeek b. “Degradation of tooth structure and restorative materials”: A review Sciencedirect Wear 2006;261(9): 980-986 Cat 1

Laskin D.M. “Etiology of the pain dysfunction syndrome” J.Amer. Dent. Assoc. 1969; 79:147-153

Laskin D.M. “Etiologie du syndrome: pain dysfunction” Info. Dent.. 1977; 20:21-31

Lauret J.F. et Le Gall M.G. “La mastication: Une réalité oubliée par l’occlusodontologie?” Cah. Prothèse 1994; 85, 30-46 [pdf](#)

Lauret J.F. and Le Gall M.G. “The function of mastication: A key determinant of dental occlusion” Pract. Perio. Aest. Dent 1996 [pdf](#)

Lavigne G, Kim JS, Valiquette C, and Lund JP. “Evidence that periodontal pressoreceptors provide positive feedback to jaw closing muscles during mastication”. J Neurophysiol 58: 342–358, 1987.

Le Bell, Y. and Kirveskari, P. “Treatment of the reciprocal clicking of the temporo-mandibular joint with a repositioning appliance and occlusal adjustment after 6 years”. Proceedings of the Finnish Dental Society 1990, 86: 15-21

Le Gall, M.G. et Saadoun A.P. “Quelle surface portante pour un implant?” J. Parodontol. 1993; 4:317-332 [pdf](#)

Le Gall M.G., Lauret J.F., Saadoun A.P. “Chewing forces and Implant Bearing Surface” Pract. Perio. Aest. Dent 1994. 9: 37-48 [pdf](#)

Le Gall M.G. et Saadoun A.P. “Maintenance en Implantologie” Part II: Maintenance Prothétique et Occlusale” Clinic 1995; 5: 337-346. [pdf](#)

Le Gall M. G. “The impact of occlusion on implants and implant componentry-Part I”. D.I.U. 1996; 8:61-64. [pdf](#)

Le Gall M. G, Lauret J.F. “The function of mastication: Implications for Occlusal Therapy” Pract. Perio. Aest. Dent 1998; 2 : 225-229. [pdf](#)

Le Gall M.G. et Lauret J.F. “Réalité de la mastication: 1ère partie Conséquences Pratiques” Cah. Prothèse 1998; 103: 13-21 [pdf](#)

Le Gall M.G. et Lauret J.F. “Réalité de la mastication: 2ème partie Nouvelle démarche clinique” Cah. Prothèse 1998; 103: 23-29 [pdf](#)

Le Gall Marcel G., Lauret Jean-François Ouvrage “Occlusion et Fonction : Une approche clinique rationnelle”. Editions CDP.2002 et 2004 Paris www.editionscdp.fr/

Le Gall Marcel G., Lauret Jean-François (†) Ouvrage : Nouvelle édition largement augmentée “La Fonction occlusale : implications cliniques” Editions CDP.2008 Paris www.editionscdp.fr/

Le Gall Marcel G., Joerger Roger, Bonnet Bruno “Où et comment situer l’occlusion des patients ? Relation centrée ou position de déglutition guidée par la langue ?” Cah. Prothèse 2010; juin 150: 33-46 [pdf](#)

Le Gall Marcel G., Lauret Jean-François (†) Ouvrage : 3ème édition augmentée “La Fonction occlusale : implications cliniques” Editions CDP 2011 Paris www.editionscdp.fr/

Le Gall Marcel G. “Ajustement Physiologique de l’Occlusion : 1ère partie : Comment Régler l’Occlusion de Déglutition”. Rev. Odont. Stomat. Sept. 2013; 42:198-210 (article published in french and english) “Physiologic balancing of Occlusion Part one.: How can swallowing occlusion be adjusted ?” [pdf](#)

Le Gall Marcel G. “Ajustement Physiologique de l’Occlusion : 2ème partie : Comment Ajuster les Faces Occlusales Postérieures”. Rev. Odont. Stomat. Nov. 2013; 42: 243-257 (article published in french and english) “Physiologic balancing of Occlusion Part two : How to adjust posterior occlusal faces?”. [pdf](#)

Le Gall M.G. : New extended website on the topic : mastication-ppp.net (Physiology and Practical Procedures) 2016, English: www.mastication-ppp.net www.mastication-ppp.fr

Le Gall M.G. Nouveau site internet augmenté, sur le thème : mastication-ppp.net (Physiologie et Procédures Pratiques) 2016-18, Français : www.mastication-ppp.net www.mastication-ppp.fr

Le Gall M.G. et Le Gall N. “Incidence du Schéma Occlusal sur le Niveau Crestal Peri-Implantaire”. J.P.I.O. Février 2016 ;127 (vol. 35) : 9-22 [pdf](#)

Le Gall M.G.and Le Gall N. “Impact of the Occlusal Scheme on the Peri-Implant Crestal Bone Level”. J.P.I.O. February 2016 ;127 (vol. 35) : 9-22

Lewin, A. “Electrognathographics : Atlas of diagnostic procedures and interpretation”. Quintessence Publishing Co. Chicago, 1985

Lexomboon D., Trulsson M., Wardh I., Parker M. G. “Chewing Ability and Tooth Loss: Association with Cognitive Impairment in an Elderly Population Study” JAGS 2012; 60:1951–1956. Journal compilation © 2012, The American Geriatrics Society

Lucia V. “A Technic for Recovering Centric Relation” J.P.D. June 1964

Lund, J.P.; Olsson, K.A. “The importance of reflexes and their control during jaw movement.” Trends Neuroscience 1983, 6: 458-463.

Lundeen H.C.; Gibbs C.H. “Advances in occlusion”. John Wright, Boston 1982

Mac Collum BB. “Fundamentals involved in prescribing restorative dental remedies” Dent Items 1939 ; 61 : 522-35, 641-48, 724-36, 852-63, 942-50.

Mac Cown Théodore, Professeur à l’Université de Californie

- Mac Namara JA, Seligman DA, Okeson JA. "Occlusion, orthodontic treatment, temporomandibular disorders: a review". J Orofac Pain 1995;9:73-90
- Mei N.; Hartmann F.; Roubien R. "Caractéristiques fonctionnelles des mécanorécepteurs des ligaments dentaires chez le chat". J. Biol. Buc, 1975, 3: 24-39.
- Meyers F. S. "A new simple and accurate technique for obtaining balanced and functional occlusion". Jada 1934 ; 21 : 195-203
- Mohlin BO, Derweduwen K, Pilley R, Kingdom A, Shaw WC, Kenealy P "Malocclusion and temporomandibular disorder: a comparison of adolescents with moderate to severe dysfunction with those without signs and symptoms of temporomandibular disorder and their further development to 30 years of age". Angle Orthod. 2004Jun;74(3):n319-27.
- Moloney, F. et Howard J.A. "Internal derangement of TMJ III Anteriorrepositioning splint therapy". Australian Dental Journal 1986, 31: 30-39
- Mongini F. "Remodelling of the mandibular condyle in the adult and its relationship to the condition of the dental arches". Acta Anat 1972; 82:437-53.
- Mongini F. "Dental abrasion as a factor in remodeling of the mandibular condyle". Acta Anat 1975; 92:292-300.
- Mongini F. "Anatomic and clinical evaluation of the relationship between the temporomandibular joint and occlusion". J Prosthet Dent. 1977 Nov; 38:539-51
- Mongini, F.; Tempia-Valenta, G.; Benvegna, G. "Computer based assessment of habitual mastication". J Prosthet Dent 1985; 55 (4) : 638-649.
- Monson, George S. "Applied Mechanics to the Theory of Mandibular Movements". Dental Cosmos, November, 1932.
- Moyers, Robert E., "Some Physiologic Considerations of Centric and other Jaw Relations". Journal of Prosthetic Dentistry, March 1955. Vol. 6, No. 2. P 183
- Murphy, T. R. "The timing and mechanism of the human masticatory stroke." Arch Oral Biol 1965;10:981.
- Nakamura, T.; Inouet, t.; Ishigaki, S.; Moritomo, T.; Maruyama, T. "Differences in mandibular movements and muscle activities between natural and guided chewing cycles." Intern J. Prosthodont., 1989 ; 2 (3):249-253.
- N'Gom P, Bonnet L, Woda A. "Influence de la mastication sur la santé" Info. Dent. 2000; 19, Mai: 1367-1378
- Nickel JC, McLachlan KR, Smith DM. "Eminence development of the postnatal human temporomandibular joint". J Dent Res. 1988; 67:896-902

- Nishio, K.; Miyauchi, S.; Maruyama, T. "Clinical study on the analysis of chewing movements in relation to occlusion." *J Craniomandib Prac* 1988; 6 (2) : 113-123.
- Palla, S. "Les effets à long terme des désordres temporo-mandibulaires" *Réalités Cliniques* 1996, 2: 229-238
- Palla S., Gallo LM, Gössi D. "Dynamic stereometry of the temporomandibular joint" *Orthodontics & Craniofacial Research* 2003 ; 6 (1) : 37-47.
- Parfitt, G.S. "Measurement of the physiologic mobility of individual teeth in an axial direction" *J. Dent. Res.* 1960; 39: 68
- Picq P. "Quand l'anthropologie remet en question la fonction canine" *Le Journal de la SOP, JSOP, Paris* Déc 2007
- Picq P. "La canine humaine: évolution et signification adaptative". *Revue Orthop Dento-Faciale* 2010;44:9-15
- Picq P et Coppens Y: Directeurs scientifiques Auteurs : Anderson J, Berge C, Boesch C, Cyrulnik B, Deputte B, Ducros A, Ducros J, de Fontenay E, Gasc JP, Hladik, Van Hooff J, Lestel D, Picq P, Thierry B, Vauclair J, De Waal F. "Le propre de l'homme." Fayard ed 2002 vol2
- Picq P. et Lemire L. "A la recherche de l'homme" Paris Nil ed. 2002
- Posselt, U. "Studies in the mobility of the human mandible". J. Prélât Ed., Paris 1968
- Posselt U. "Physiologie de l'occlusion et réhabilitation". P.66 Julien Prélât Ed. Paris, 1968
- Pröschel, P. "An extensive classification of chewing patterns in the frontal plane". *J Craniomandib Prac* 1987; 5 (1) : 56-68.
- Riaud X. : "Les failles historiques de la classification d'Angle" *Le Chir. Dent. De France* N° 1360, 11 Sept 2008
- Rinchuse DJ, McMinn J. "Summary of evidence-based TMD systematic reviews". *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006
- Rinchuse Donald J., Kandasamy Sanjivan, and Sciote James. "A contemporary and evidence-based view of canine protected occlusion" *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 132: 90-102
- Rioch, J.M. "The neural mechanism of mastication." *Am. J. Physiol.*, 1934, 108:168-176
- Romette D. "La déglutition adulte normale, mythe où réalité ?" *Rev. Odontostomatol.*, 1976 ; 5 : 365-371.
- Rosenthal "Une analyse simple pour déterminer la nécessité d'un traitement occlusal" *J.Prosthet.Dent.* 1980; April

- Saint-Hilaire Étienne Geoffroy et Cuvier Frédéric “l’Histoire naturelle des Mammifères” (4 volumes, 1824-1842).
(Cuvier Frédéric est le frère de l’anatomiste Cuvier Georges 1769-1832)
- Savage T.S. et Wyman 1843-44 pp. 382-383. introuvable voir ci-dessous
Savage T.S. et Wyman J., “Notice of the external characters and habits of Troglodytes gorilla, a new species of orang from the Gaboon River, osteology of the same”, vol. 5, Boston J. Nat. Hist. 1847, p. 417-443.
- Sessle, B. J. “How mastication and swallowing programmed and regulated?” In: Sessle, B. J. and Hannam, A. G. (eds.); “Mastication and swallowing: biological and clinical correlates”. Univ. Toronto Press, Toronto 1976
- Sherrington, C. S. “Reflexes elicitable in the cat from pinna vibrissae and jaws.” J. Physiol., 1917, 51: 404-431
- Sherwood-Romer Alfred, cité par Catherine Vincent “Les mammifères une histoire de molaires” Le Monde Hors Série Avril-Mai 2009 ; 26-27
- Sigogneau-Russel D. “Les mammifères au temps des dinosaures” Paris, Masson éd. 1991)
- Sicher H., Dubrul E.L. In “Oral Anatomy” (6th ed.) p 173 The C.V. Mosby co St Louis 1975
- Spee, F.G. “The condylar path of the mandible along the skull.” (Arch. Anat Physiol 1890; 16: 285-294 (in German), J Am Dent Ass 1980; 100: 670-675 (English translation)
- [Stawarczyk B](#) 1, [Liebermann A](#), [Eichberger M](#), [Güth JF](#). “Evaluation of mechanical and optical behavior of current esthetic dental restorative CAD/CAM composites” J Mech Behav Biomed Mater 55, 1-11 (2015- 2016)
- Steiner, J.E.; Michman, J.; Litman, A. “Time sequence of the activity of the temporal and masseter muscles in healthy young human adults during habitual chewing of different test foods.” Arch. Oral Biol. 1974, 19: 29-34.
- Tanaka E. et van Eijden T.: “Biomechanical behavior of the temporomandibular joint disc.” Crit Rev Oral Biol Med. 2003;14(2):138-150.
- Taylor A. “Neurophysiology of the jaws and teeth”., Macmillan Press, Londres, 1990.
- Tomes Charles, S. 1882 “A Manual of Dental Anatomy” second edition p 273 citant Cuvier Frédéric (1773-1838): Des Dents des mammifères considérées comme caractères zoologiques 1825
- Tomes, Charles, S. 1923 “A Manual of Dental Anatomy” p.463 citant Cuvier Frédéric (1773-1838): Des Dents des mammifères considérées comme caractères zoologiques 1825;
- Treil J., Casteigt J., EMC Odonto- stomatologie 23- 455- E- 40 , 2000, 8
- Trulsson M and Johansson RS. “Encoding of tooth loads by human periodontal afferents and their role in jaw motor control”. Prog Neurobiol 49:267–284, 1996b.

Türker KS. "Reflex control of human jaw muscles" Crit Rev Oral Biol Med 13:85–104, 2002.

Van Hoof P. "Vivre en groupe" p 220, 221 In Picq P et Coppens Y: Directeurs scientifiques Auteurs : Anderson J, Berge C, Boesch C, Cyrulnik B, Deputte B, Ducros A, Ducros J, de Fontenay E, Gasc JP, Hladik, Van Hooff J, Lestel D, Picq P, Thierry B, Vauclair J, De Waal F. "Le propre de l'homme". Fayard ed 2002 vol2

Wilkinson,T.M. "The relationship between the disk and the lateral pterygoid muscle in the human temporo-mandibular joint". J. Prosthet. Dent. 1988, 60(6) : 715-724.

Wood, W.W. "Medial pterygoid muscle activity during chewing and clenching". J Prosthet Dent 1986; 55(5): 615-621.

Wood, W.W. "A review of masticatory muscle function" J Prosthet Dent 1987;57(2):222-232.

Yaeger,J.A. "Mandibular path in the grinding phase of mastication." A review. J Prosthet Dent 1978, 39 (5) : 569-573.

Yerkes Robert and Ada W. "The great Apes" Yale University Press December 1945 P 231

Yung,J.P.; Carpentier,P.; Marguelles-Bonnet,R.;Meunissier,M. " Anatomy of the temporomandibular joint and related structures in the frontal plane". J. Craniomandib. Prac., 1990, 8(2) : 101-107.

AUTEURS

Marcel G. LE GALL, Docteur en Chirurgie Dentaire, Membre Associé de l'Académie Nationale de Chirurgie Dentaire, Diplomate of the ICOI, Master of the AAIP.

Adresse: 87 Avenue de la Côte d'Azur 06190 Roquebrune Cap Martin (France)

Tél.: +33 6 85 13 86 22 Email: mglegall@free.fr mglegall@bbox.fr

Website: www.mastication-ppp.net

Roger JOERGER, Docteur en Chirurgie Dentaire, Maître de Conférences de l'Université de Strasbourg

Organisateur du Diplôme Universitaire d'Occlusion Fonctionnelle, Faculté de Chirurgie Dentaire de l'Université de Strasbourg

Adresse professionnelle: 5, rue Division Leclerc 67000 Strasbourg Tél.: +33 3 88 32 14 62

Email: r.joerger@wanadoo.fr

Quatrième de couverture

Résumé

L'analyse des articles fondateurs du concept de protection canine, par Angelo d'Amico en 1958 et 1961, indique que de nouveaux travaux importants ont été publiés depuis cette époque. Ils concernent la physiologie de la mastication et de la déglutition, le rôle de la proprioception, la sélection sexuelle par la taille des canines et les possibilités ainsi que les limites de reproduction de la fonction par les articulateurs classiques. Ces avancées des connaissances, encore mal connues ou ignorées, entre 1958 et 1961, ne permettraient pas aujourd'hui la publication d'une grande partie des travaux de d'Amico sur l'occlusion en protection canine. Bien que le principe de protection canine soit encore très utilisé en clinique, ces nouvelles données incitent tout de même à s'interroger sur la nécessité d'une approche actualisée des fonctions orales, qui soit plus physiologique. Ce qui permettrait de lever le discrédit qui s'est installé sur l'occlusion, suite aux déconvenues consécutives à l'application de concepts mécanistes complexes et très éloignés de la mastication et la déglutition, qui sont les fonctions naturelles de l'appareil manducateur.

Summary

The analysis of the founding articles, published by Angelo d'Amico in 1958 and 1961, indicates that since that time, important new works have been published. They concern the physiology of chewing and swallowing, the proprioception, the role of sexual selection in the size of the canines and the possibilities and limits of the reproduction of function on classical articulators. These advances in knowledge, still poorly known or ignored, between 1958 and 1961, would not allow today the publication of much of D'Amico's work on Canine Protected Occlusion. Although this principle is still widely used clinically, these new data still encourage us to question the need for a new approach to oral functions, which would be more physiological. This would remove the discredit that exists on the occlusion, following the disappointments resulting from the application of complex mechanistic concepts, and far removed from chewing and swallowing, which are the natural functions of the masticatory apparatus.

Faculté de Chirurgie Dentaire - Université de Strasbourg France

Cet ouvrage numérique est téléchargeable à partir du site de l'UNISTRA:

www.univoak.eu ou d'un navigateur internet